

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON.

TOME VII.

MINÉRAUX.

IV.

PARIS. — IMPRIMERIE D'AD. MOESSARD, RUE DE FURSTEMBERG, N° 8 BIS

ŒUVRES
COMPLÈTES
DE BUFFON
AUGMENTÉES
PAR M. F. CUVIER,
MEMBRE DE L'INSTITUT,
(Académie des Sciences)

DE DEUX VOLUMES

supplémentaires

OFFRANT LA DESCRIPTION DES MAMMIFÈRES ET DES OISEAUX LES PLUS REMARQUABLES DÉCOUVERTS JUSQU'A CE JOUR,

ET ACCOMPAGNÉES

D'UN BEAU PORTRAIT DE BUFFON, ET DE 260 GRAVURES EN TAILLE-DOUCE, EXÉCUTÉES POUR CETTE ÉDITION PAR LES MEILLEURS ARTISTES.



A PARIS,
CHEZ F. D. PILLOT, ÉDITEUR,
RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, N° 49;
SALMON, LIBRAIRE,
QUAI DES AUGUSTINS, N° 19.

1829.

HISTOIRE
DES MINÉRAUX.

IV.

HISTOIRE

DES MINÉRAUX.

DES MATIÈRES VOLCANIQUES.

Sous le nom de *matières volcaniques*, je n'entends pas comprendre toutes les matières rejetées par l'explosion des volcans, mais seulement celles qui ont été produites ou dénaturées par l'action de leurs feux. Un volcan, dans une grande éruption annoncée par les mouvements convulsifs de la terre, soulève, détache, et lance au loin les rochers, les sables, les terres, toutes les masses, en un mot, qui s'opposent à l'exercice de ses forces : rien ne peut résister à l'élément terrible dont il est animé. L'océan de feu qui lui sert de base agite et fait trembler la terre avant de l'entr'ouvrir : les résistances qu'on croiroit invincibles sont forcées de livrer passage à ses flots enflammés ; ils enlèvent avec eux les bancs entiers ou en débris des pierres les plus dures, les plus pesantes, comme les couches de terre les plus légères ; et, projetant le tout sans ordre et sans distinction, chaque volcan forme au dessus et autour de sa montagne, des collines de décombres de ces mêmes matières, qui faisoient au-

paravant la partie la plus solide et le massif de sa base.

On retrouve dans ces amas immenses de pierres projetées les mêmes sortes de pierres vitreuses ou calcaires, les mêmes sables et terres, dont les unes, n'ayant été que déplacées et lancées, sont demeurées intactes, et n'ont reçu aucune atteinte de l'action du feu; d'autres qui en ont été sensiblement altérées, et d'autres enfin qui ont subi une si forte impression du feu, et souffert un si grand changement, qu'elles ont pour ainsi dire été transformées, et semblent avoir pris une nature nouvelle et différente de celle de toutes les matières qui existoient auparavant.

Aussi avons-nous cru devoir distinguer dans la matière purement brute deux états différents, et en faire deux classes séparées[1]; la première composée des produits immédiats du feu primitif, et la seconde des produits secondaires de ces foyers particuliers de la nature dans lesquels elle travaille en petit comme elle opéroit en grand dans le foyer général de la vitrification du globe; et même ses travaux s'exercent sur un plus grand nombre de substances et sont plus variés dans les volcans qu'ils ne pouvoient l'être dans le feu primitif, parce que toutes les matières de seconde formation n'existoient pas encore, les argiles, la pierre calcaire, la terre végétale, n'ayant été produites que postérieurement par l'intermède de l'eau; au lieu que le feu des volcans agit sur toutes les substances anciennes ou nouvelles, pures ou mélangées, sur celles qui ont été produites par le feu primitif comme sur

1. Voyez le premier article de cette histoire des minéraux.

celles qui ont été formées par les eaux, sur les substances organisées et sur les masses brutes; en sorte que les matières volcaniques se présentent sous des formes bien plus diversifiées que celles des matières primitives.

Nous avons recueilli et rassemblé pour le Cabinet du Roi une grande quantité de ces productions de volcans; nous avons profité des recherches et des observations de plusieurs physiciens qui, dans ces derniers temps, ont soigneusement examiné les volcans actuellement agissants et les volcans éteints : mais, avec ces lumières acquises et réunies, je ne me flatte pas de donner ici la liste entière de toutes les matières produites par leurs feux, et encore moins de pouvoir présenter le tableau fidèle des opérations qui s'exécutent dans ces fournaises souterraines, tant pour la destruction des substances anciennes que pour la production ou la composition des matières nouvelles.

Je crois avoir bien compris, et j'ai tâché de faire entendre, comment se fait la vitrification des laves dans les monceaux immenses de terres brûlées, de cendres, et d'autres matières ardentes, projetées par explosion dans les éruptions du volcan; comment la lave jaillit en s'ouvrant des issues au bas de ces monceaux; comment elle roule en torrents, ou se répand comme un déluge de feu, portant partout la dévastation et la mort; comment cette même lave, gonflée par son feu intérieur, éclate à sa surface, et jaillit de nouveau pour former des éminences élevées au dessus de son niveau; comment enfin, précipitant son cours du haut des côtes dans la mer, elle forme ces colonnes de basalte qui, par leur renflement et leur effet réciproque,

prennent une figure prismatique, à plus ou moins de pans, suivant les différentes résistances, etc. Ces phénomènes généraux me paroissent clairement expliqués; et quoique la plupart des effets plus particuliers en dépendent, combien n'y a-t-il pas encore de choses importantes à observer sur la différente qualité de ces mêmes laves et basaltes, sur la nature des matières dont ils sont composés, sur les propriétés de celles qui résultent de leur décomposition! Ces recherches supposent des études pénibles et suivies; à peine sont-elles commencées : c'est pour ainsi dire une carrière nouvelle, trop vaste pour qu'un seul homme puisse la parcourir tout entière, mais dans laquelle on jugera que nous avons fait quelques pas, si l'on réunit ce que j'en ai dit précédemment à ce que je vais y ajouter [1].

Il étoit déjà difficile de reconnoître dans les premières matières celles qui ont été produites par le feu primitif, et celles qui n'ont été formées que par l'intermède de l'eau; à plus forte raison aurons-nous peine à distinguer celles qui, étant également des produits du feu, ne diffèrent les unes des autres qu'en ce que les premières n'ont été qu'une fois liquéfiées ou sublimées, et que les dernières ont subi une seconde et peut-être une troisième action du feu. En prenant donc en général toutes les matières rejetées par les volcans, il se trouvera dans leur quantité un certain nombre de substances qui n'ont pas changé de nature : le quartz, les jaspes, et les micas doivent se rencontrer, dans les laves, sous leur forme propre ou peu altérée; le feld-spath, le schorl, les porphyres et gra-

1. Voyez l'article entier des *Volcans*, tome II, p. 333, et les *Époques de la Nature*, tome V.

nites, peuvent s'y trouver aussi, mais avec de plus grandes altérations, parce qu'ils sont plus fusibles; les grès et les argiles s'y présenteront convertis en poudres et en verres; on y verra les matières calcaires calcinées; le fer et les autres métaux sublimés en safran, en litharge; les acides et alcalis devenus des sels concrets; les pyrites converties en soufres vifs; les substances organisées, végétales ou animales, réduites en cendres. Et toutes ces matières mélangées à différentes doses ont donné des substances nouvelles, et qui paroissent d'autant plus éloignées de leur première origine, qu'elles ont perdu plus de traits de leur ancienne forme.

Et si nous ajoutons à ces effets de la force du feu, qui par lui-même consume, disperse, et dénature, ceux de la puissance de l'eau, qui conserve, rapproche, et rétablit, nous trouverons encore dans les matières volcanisées des produits de ce second élément: les bancs de basalte ou de laves auront leurs stalactites comme les bancs calcaires ou les masses de granites; on y trouvera de même des concrétions, des incrustations, des cristaux, des spaths, etc. Un volcan est à cet égard un petit univers; il nous présentera plus de variétés dans le règne minéral que n'en offre le reste de la terre, dont les parties solides n'ayant souffert que l'action du premier feu, et ensuite le travail des eaux, ont conservé plus de simplicité. Les caractères imprimés par ces deux éléments, quoique difficiles à démêler, se présentent néanmoins avec des traits mieux prononcés; au lieu que, dans les matières volcaniques, la substance, la forme, la consistance, tout, jusqu'aux premiers linéaments de la figure, est enveloppé, ou

mêlé, ou détruit; et de là vient l'obscurité profonde où se trouve jusqu'à ce jour la minéralogie des volcans.

Pour en éclaircir les points principaux, il nous paroît nécessaire de rechercher d'abord quelles sont les matières qui peuvent produire et entretenir ce feu, tantôt violent, tantôt calme, et toujours si grand, si constant, si durable, qu'il semble que toutes les substances combustibles de la surface de la terre ne suffiroient pas pour alimenter pendant des siècles une seule de ces fournaises dévorantes : mais si nous nous rappelons ici que tous les végétaux produits pendant plusieurs milliers d'années ont été entraînés par les eaux ou enfouis dans les profondeurs de la terre, où leurs huiles converties en bitume les ont conservés; que toutes les pyrites formées en même temps à la surface de la terre ont suivi le même cours, et ont été déposées dans les profondeurs où les eaux ont entraîné la terre végétale; qu'enfin la couche entière de cette terre, qui couvroit dans les premiers temps les sommets des montagnes, est descendue avec ces matières combustibles pour remplir les cavernes qui servent de voûtes aux éminences du globe, on ne sera plus étonné de la quantité et du volume ni de la force et de la durée de ces feux souterrains. Les pyrites humectées par l'eau s'enflamment d'elles-mêmes; les charbons de terre, dont la quantité est encore plus grande que celle des pyrites, les limons bitumineux qui les avoisinent, toutes les terres végétales anciennement enfouies, sont autant de dépôts inépuisables de substances combustibles, dont les feux une fois allumés peuvent durer des siècles de siècles, puisque nous avons des exemples de veines de charbon de terre

dont les vapeurs, s'étant enflammées, ont communiqué leur feu à la mine entière de ces charbons qui brûlent depuis plusieurs centaines d'années, sans interruption et sans une diminution sensible de leur masse.

Et l'on ne peut guère douter que les anciens végétaux et toutes les productions résultantes de leur décomposition n'aient été transportés et déposés par les eaux de la mer à des profondeurs aussi grandes que celles où se trouvent les foyers des volcans, puisque nous avons des exemples de veines de charbon de terre exploitées à deux mille pieds de profondeur[1], et qu'il est plus que probable qu'on trouveroit des charbons de terre et des pyrites enfouis encore plus profondément.

Or chacune de ces matières qui servent d'aliment au feu des volcans doit laisser après la combustion différents résidus, et quelquefois produire des substances nouvelles : les bitumes en brûlant donneront un résidu charbonneux, et formeront cette épaisse fumée qui ne paroît enflammée que dans l'obscurité. Cette fumée enveloppe constamment la tête du volcan, et se répand sur ses flancs en brouillard ténébreux; et lorsque les bitumes souterrains sont en trop grande abondance, ils sont projetés au dehors avant d'être brûlés. Nous avons donné des exemples de ces torrents de bitume vomis par les volcans, quelquefois purs, et souvent mêlés d'eau. Les pyrites, dégagées de leurs parties fixes et terreuses, se sublimeront sous la forme de soufre, substance nouvelle qui

1. Voyez l'article du *Charbon de terre,* tome VI, page 332.

ne se trouve ni dans les produits du feu primitif ni dans les matières formées par les eaux ; car le soufre, qu'on dit être formé par la voie humide, ne se produit qu'au moyen d'une forte effervescence, dont la grande chaleur équivaut à l'action du feu. Le soufre ne pouvoit en effet exister avant la décomposition des êtres organisés et la conversion de leurs détriments en pyrites, puisque sa substance ne contient que l'acide et le feu qui s'étoient fixés dans les végétaux ou animaux, et qu'elle se forme par la combustion de ces mêmes pyrites, déjà remplies du feu fixe qu'elles ont tiré des corps organisés. Le sel ammoniac se formera et se sublimera de même par le feu du volcan; les matières végétales ou animales contenues dans la terre limoneuse, et particulièrement dans les terreaux, les charbons de terre, les bois fossiles, et les tourbes, fourniront cette cendre qui sert de fondant pour la vitrification des laves; les matières calcaires, d'abord calcinées et réduites en poussière de chaux, sortiront en tourbillons encore plus épais, et paroîtront comme des nuages massifs en se répandant au loin; enfin la terre limoneuse se fondra, les argiles se cuiront, les grès se coaguleront, le fer et les autres métaux couleront, les granites se liquéfieront; et des unes ou des autres de ces matières, ou du mélange de toutes, résultera la composition des laves, qui dès lors doivent être aussi différentes entre elles que le sont les matières dont elles sont composées.

Et non seulement ces laves contiendront les matières liquéfiées, fondues, agglutinées et calcinées par le feu, mais aussi les fragments de toutes les autres matières qu'elles auront saisies et ramassées en

coulant sur la terre, et qui ne seront que peu ou point altérées par le feu; enfin elles renfermeront encore dans leurs interstices et cavités les nouvelles substances que l'infiltration et la stillation de l'eau auront produites avec le temps en les décomposant, comme elle décompose toutes les autres matières.

La cristallisation, qu'on croyoit être le caractère le plus sûr de la formation d'une substance par l'intermède de l'eau, n'est plus qu'un indice équivoque depuis qu'on sait qu'elle s'opère par le moyen du feu comme par celui de l'eau. Toute matière liquéfiée par la fusion donnera, comme les autres liquides, des cristallisations; il ne leur faut pour cela que du temps, de l'espace, et du repos : les matières volcaniques pourront donc contenir des cristaux, les uns formés par l'action du feu, et les autres par l'infiltration des eaux; les premiers dans le temps que ces matières étoient encore en fusion, et les seconds longtemps après qu'elles ont été refroidies. Le feld-spath est un exemple de la cristallisation par le feu primitif, puisqu'on le trouve cristallisé dans les granites qui sont de première formation. Le fer se trouve souvent cristallisé dans les mines primordiales, qui ne sont que des rochers de pierres ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ont été formées, comme les autres grandes masses vitreuses, par le feu primitif : ce même fer se cristallise sous nos yeux par un feu lent et tranquille. Il en est de même des autres métaux et de tous les régules métalliques. Les matières volcaniques pourront donc renfermer ou présenter au dehors toutes ces substances cristallisées par le feu : ainsi je ne

vois rien dans la nature, de tout ce qui a été formé par le feu ou par l'eau, qui ne puisse se trouver dans le produit des volcans; et je vois en même temps que leurs feux ayant combiné beaucoup plus de substances que le feu primitif, ils ont donné naissance au soufre et à quelques autres minéraux qui n'existent qu'en vertu de cette seconde action du feu. Les volcans ont formé des verres de toutes couleurs, dont quelques uns sont d'un beau bleu céleste, et ressemblent à une scorie ferrugineuse; d'autres verres aussi fusibles que le feld-spath; des basaltes ressemblants aux porphyres; des laves vitreuses presque aussi dures que l'agate, et auxquelles on a donné, quoique très improprement, le nom d'*agates noires d'Islande*; d'autres laves qui renferment des grenats blancs, des schorls, et des chrysolithes, etc. On trouve donc un grand nombre de substances anciennes et nouvelles, pures ou dénaturées, dans les basaltes, dans les laves, et même dans la pouzzolane et dans les cendres des volcans. « *Le Monte-Berico*, près de Vicence, dit M. Ferber, est une colline entièrement formée de cendres de volcans d'un brun noirâtre, dans lesquelles se trouve une très grande quantité de cailloux de calcédoine ou opale; les uns formant des *druses* dont les parois peuvent avoir l'épaisseur d'un brin de paille; les autres ayant la figure de petits cailloux elliptiques, creux intérieurement, et quelquefois remplis d'eau: la grandeur de ce dernier varie depuis le diamètre d'un petit pois jusqu'à un demi-pouce.... Ces cailloux ressemblent assez aux calcédoines et aux opales. Les boules de calcédoine et de zéolithe de Féroé et d'Is-

lande se trouvent nichées dans une terre d'un brun noirâtre, de la même manière que les cailloux dont il est ici question. »

Mais quoiqu'on trouve dans les produits ou dans les éjections des volcans presque toutes les matières brutes ou minérales du globe, il ne faut pas s'imaginer que le feu volcanique les ait toutes produites à beaucoup près, et je crois qu'il est toujours possible de distinguer, soit par un examen exact, soit par le rapport des circonstances, une matière produite par le feu secondaire des volcans, de toutes les autres qui ont été precédemment formées par l'action du feu primitif ou par l'intermède de l'eau. De la même manière que nous pouvons imiter dans nos fourneaux toutes les pierres précieuses, que nous faisons des verres de toutes couleurs, et même aussi blancs que le cristal de roche[1], et presque aussi brillants que le diamant[2]; que, dans ces mêmes fourneaux, nous voyons se former des cristallisations sur les matières fondues lorsqu'elles sont en repos, et que le feu est long-temps soutenu ; nous ne pouvons douter que la nature n'opère les mêmes effets avec bien plus de puissance dans ses foyers immenses, allumés depuis nombre de siècles, entretenus sans interruption, et fournis, suivant les circonstances, de toutes les matières dont nous nous servons pour nos compositions. Il faut donc, en examinant les matières volcaniques, que le naturaliste fasse comme le lapidaire, qui rejette au premier coup d'œil et sépare les *stras*, et autres verres de composition, des vrais diamants et des pierres précieuses :

1. Le verre ou cristal de Bohême, le flintglass, etc.
2. Les verres brillants connus vulgairement sous le nom de *stras*.

mais le naturaliste a ici deux grands désavantages ; le premier est d'ignorer ce que peut faire et produire un feu dont la véhémence et la continuité ne peuvent être comparées avec celles de nos feux ; le second est l'embarras où il se trouve pour distinguer dans ces mêmes matières volcaniques celles qui, étant vraies substances de nature, ont néanmoins été plus ou moins altérées, déformées, ou fondues par l'action du feu, sans cependant être entièrement transformées en verre ou en matières nouvelles. Cependant, au moyen d'une inspection attentive, d'une comparaison exacte, et de quelques expériences faciles sur la nature de chacune de ces matières, on peut espérer de les reconnoître assez pour les rapporter aux substances naturelles, ou pour les en séparer et les joindre aux compositions artificielles produites par le feu de nos fourneaux.

Quelques observateurs, émerveillés des prodigieux effets produits par ces feux souterrains, ayant sous leurs yeux les gouffres et les montagnes formés par leurs éruptions, trouvant dans les matières projetées des substances de toute espèce, ont trop accordé de puissance et d'effet aux volcans : ne voyant dans les terrains volcanisés que confusion et bouleversement, ils ont transporté cette idée sur le globe entier, et ont imaginé que toutes les montagnes s'étoient élevées par la violente action et la force de ces feux intérieurs dont ils ont voulu remplir la terre jusqu'au centre. On a même attribué à un feu central réellement existant la température ou chaleur actuelle de l'intérieur du globe. Je crois avoir suffisamment démontré la fausseté de ces idées. Quels seroient les aliments d'une telle masse de feu ? pourroit-il subsister, exister sans

air? et sa force expansive n'auroit-elle pas fait éclater le globe en mille pièces? Et ce feu une fois échappé après cette explosion pourroit-il redescendre et se trouver encore au centre de la terre? Son existence n'est donc qu'une supposition qui ne porte que sur des impossibilités, et dont, en l'admettant, il ne résulteroit que des effets contraires aux phénomènes connus et constatés. Les volcans ont, à la vérité, rompu, bouleversé les premières couches de la terre en plusieurs endroits; ils en ont couvert et brûlé la surface par leurs éjections enflammées : mais ces terrains volcanisés, tant anciens que nouveaux, ne sont pour ainsi dire que des points sur la surface du globe; et en comptant avec moi dans le passé cent fois plus de volcans qu'il n'y en a d'actuellement agissants, ce n'est encore rien en comparaison de l'étendue de la terre solide et des mers. Tâchons donc de n'attribuer à ces feux souterrains que ce qui leur appartient; ne regardons les volcans que comme des instruments, ou, si l'on veut, comme des causes secondaires, et conservons au feu primitif et à l'eau, comme causes premières, le grand établissement et la disposition primordiale de la masse entière de la terre.

Pour achever de se faire des idées fixes et nettes sur ces grands objets, il faut se rappeler ce que nous avons dit au sujet des montagnes primitives, et les distinguer en plusieurs ordres : les plus anciennes, dont les noyaux et les sommets sont de quartz et de jaspe, ainsi que celles des granites et porphyres, qui sont presque contemporaines, ont toutes été formées par les boursouflures du globe dans le temps de sa consolidation; les secondes dans l'ordre de for-

mation sont les montagnes de schiste ou d'argile qui enveloppent souvent les noyaux des montagnes de quartz ou de granites, et qui n'ont été formées que par les premiers dépôts des eaux après la conversion des sables vitreux en argile; les troisièmes sont les montagnes calcaires, qui généralement surmontent les schistes ou les argiles, et quelquefois les quartz et les granites, et dont l'établissement est, comme l'on voit, encore postérieur à celui des montagnes argileuses. Ainsi les petites ou grandes éminences formées par le soulèvement ou l'effort des feux souterrains, et les collines produites par les éjections des volcans, ne doivent être considérées que comme des tas de décombres provenant de ces matières premières projetées et accumulées confusément.

On se tromperoit donc beaucoup si l'on vouloit attribuer aux volcans les plus grands bouleversements qui sont arrivés sur le globe : l'eau a plus influé que le feu sur les changements qu'il a subis depuis l'établissement des montagnes primitives; c'est l'eau qui a rabaissé, diminué ces premières éminences, ou qui les a enveloppées et couvertes de nouvelles matières; c'est l'eau qui a miné, percé les voûtes des cavités souterraines qu'elle a fait écrouler, et ce n'est qu'à l'affaissement de ces cavernes qu'on doit attribuer l'abaissement des mers et l'inclinaison des couches de la terre, telle qu'on la voit dans plusieurs montagnes, qui, sans avoir éprouvé les violentes secousses du feu, sans s'être entr'ouvertes pour lui livrer passage, se sont néanmoins affaissées, rompues, et ont penché, en tout ou en partie, par une cause plus simple et bien plus générale, c'est-à-dire par l'affaissement des

cavernes dont les voûtes leur servoient de base ; car lorsque ces voûtes se sont enfoncées, les terres supérieures ont été forcées de s'affaisser, et c'est alors que leur continuité s'est rompue, que leurs couches horizontales se sont inclinées, etc. C'est donc à la rupture et à la chute des cavernes ou boursouflures du globe qu'il faut rapporter tous les grands changements qui se sont faits dans la succession des temps. Les volcans n'ont produit qu'en petit quelques effets semblables, et seulement dans les portions de terre où se sont trouvées ramassées les pyrites et autres matières inflammables et combustibles qui peuvent servir d'aliment à leur feu ; matières qui n'ont été produites que longtemps après les premières, puisque toutes proviennent des substances organisées.

Nous avon déjà dit que les minéralogistes semblent avoir oublié, dans leur énumération des matières minérales, tout ce qui a rapport à la terre végétale ; ils ne font pas même mention de sa conversion en terre limoneuse, ni d'aucune de ses productions minérales : cependant cette terre est à nos pieds, sous nos yeux ; et ses anciennes couches sont enfouies dans le sein de la terre, à toutes les profondeurs où se trouvent aujourd'hui les foyers des volcans, avec toutes les autres matières qui entretiennent leur feu, c'est-à-dire les amas de pyrites, les veines de charbon de terre, les dépôts de bitume et de toutes les substances combustibles. Quelques uns de ces observateurs ont bien remarqué que la plupart des volcans sembloient avoir leur foyer dans les schistes, et que leur feu s'étoit ouvert une issue non seulement dans les couches de ces schistes, mais encore dans les bancs et les rochers

calcaires qui d'ordinaire les surmontent; mais ils n'ont pas pensé que ces schistes et ces pierres calcaires avoient pour base commune des voûtes de cavernes dont la cavité étoit, en tout ou en partie, remplie de terre végétale, de pyrites, de bitume, de charbon, et de toutes les substances nécessaires à l'entretien du feu; que par conséquent ces foyers de volcan ne peuvent pas être à de plus grandes profondeurs que celle où les eaux de la mer ont entraîné et déposé les matières végétales des premiers âges, et que par la même conséquence les schistes et les pierres calcaires qui surmontent le foyer du volcan n'ont d'autre rapport avec son feu que de lui servir de cheminée; que de même la plupart des substances, telles que les soufres. les bitumes, et nombre d'autres minéraux sublimés ou projetés par le feu du volcan, ne doivent leur origine qu'aux matières végétales et aux pyrites qui lui servent d'aliment; qu'enfin la terre végétale étant la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés qui se trouvent à la surface et dans les premières couches du globe, elle est aussi la base de presque tous les produits immédiats de ce feu des volcans.

Suivons ces produits en détail d'après le meilleur de nos observateurs, et donnons des exemples de leur mélange avec les matières anciennes. On voit au *Monte-Ronca* et en plusieurs autres endroits du Vicentin des couches entières d'un mélange de laves et de marbre, ou de pierre calcaire, réunies en une sorte de brèche, à laquelle on peut donner le nom de *brèche volcanique.* On trouve un autre marbre-lave dans une grande fente perpendiculaire d'un rocher calcaire, laquelle descend jusqu'à l'*Astico*, torrent impétueux; et ce mar-

bre, qui ressemble à la *brèche africaine*, est composé de lave noire et de morceaux de marbre blanc dont le grain est très fin, et qui prend parfaitement le poli. Cette lave en brocatelle ou en brèche n'est point rare : on en trouve de semblables dans la vallée d'*Eriofredo*, au dessus de *Tonnesa*, et dans nombre d'autres endroits des terrains volcanisés de cette contrée. Ces marbres-laves varient tant par les couleurs de la lave que par les matières calcaires qui sont entrées dans leur composition.

Les laves du pays de *Tresto* sont noires et remplies, comme presque toutes les laves, de cristallisations blanches à beaucoup de facettes, de la nature du schorl, auxquelles on pourroit donner le nom de *grenats blancs :* ces petits cristaux de grenats ou schorls blancs ne peuvent avoir été saisis que par la lave en fusion, et n'ont pas été produits dans cette lave même par cristallisation, comme semble l'insinuer M. Ferber en disant « qu'ils sont d'une nature et d'une figure qui ne s'est vue jusqu'ici dans aucun terrain de notre globe, sinon dans la lave, et que leur nombre y est prodigieux. On trouve, ajoute-t-il, au milieu de la lave, différentes espèces de cailloux qui font feu avec l'acier, telles que des pierres à fusil, des jaspes, des agates rouges, noires, blanches, verdâtres, et de plusieurs autres couleurs; des hyacintes, des chrysolites, des cailloux de la nature des calcédoines, et des opales qui contiennent de l'eau. » Ces derniers faits confirment ce que nous venons de dire au sujet des cristaux de schorl qui, comme les pierres précédentes, ont été enveloppés dans la lave.

Toutes les laves sont plus ou moins mêlées de par-

ticules de fer; mais il est rare d'y voir d'autres métaux, et aucun métal ne s'y trouve en filons réguliers et qui aient de la suite : cependant le plomb et le mercure en cinabre, le cuivre, et même l'argent, se rencontrent quelquefois en petite quantité dans certaines laves; il y en a aussi qui renferment des pyrites, de la manganèse, de la blende, et de longues et brillantes aiguilles d'antimoine.

Les matières fondues par le feu des volcans ont donc enveloppé des substances solides et des minéraux de toutes sortes; les poudres calcinées qui s'élèvent de ces gouffres embrasés se durcissent avec le temps et se convertissent en une espèce de tuffeau assez solide pour servir à bâtir. Près du Vésuve ces cendres terreuses rejetées se sont tellement unies et endurcies par le laps de temps, qu'elles forment aujourd'hui une pierre ferme et compacte dont ces collines volcaniques sont entièrement composées[1].

1. M. le baron de Dietrich remarque avec raison que la vraie pouzzolane n'est pas précisément de la cendre endurcie et friable, comme le dit M. Ferber, mais plutôt de la pierre ponce réduite en très petits fragments; et je puis observer que la bonne pouzzolane, c'est-à-dire celle qui, mêlée avec la chaux, fait les mortiers les plus durables et les plus impénétrables à l'eau, n'est ni la cendre fine ou grossière pure, ni les graviers de ponce blanche, et qu'il n'y a que la pouzzolane mélangée de beaucoup de parties ferrugineuses qui soit supérieure aux mortiers ordinaires : c'est, comme nous le dirons à l'article *des ciments de la nature,* le ciment ferrugineux qui donne la dureté à presque toutes les terres, et même à plusieurs pierres. Au reste, la meilleure pouzzolane, qui vient des environs de Pouzzol, est grise; celle des provinces de l'État ecclésiastique est jaune, et il y en a de noire sur le Vésuve. M. le baron de Dietrich ajoute que la meilleure pouzzolane des environs de Rome se tire d'une colline qui est à la droite de la *Via-Appia* hors de la porte Saint-Sébastien, et que les grains de cette pouzzolane sont rougeâtres.

On trouve aussi dans les laves différentes cristallisations qui peuvent provenir de leur propre substance, et s'être formées pendant la condensation et le refroidissement qui a suivi la fusion des laves : alors, comme le pense M. Ferber, les molécules de matières homogènes se sont séparées du reste du mélange, et se sont réunies en petites masses; et quand il s'en est trouvé une plus grande quantité, il en a résulté des cristaux plus grands. Ce naturaliste dit avec raison qu'en général les minéraux sont disposés à adopter des figures déterminées dans la fluidité de fusion par le feu, comme dans la fluidité humide; et nous ne devons pas être étonné qu'il se forme des cristaux dans les laves, tandis qu'il ne s'en voit aucun dans nos verres factices; car la lave coulant lentement, et formant de grandes masses très épaisses, conserve à l'intérieur son état de fusion assez long-temps pour que la cristallisation s'opère. Il ne faut dans le verre, dans le fer, et dans toute autre matière fondue, que du repos et du temps pour qu'elle se cristallise; et je suis persuadé qu'en tenant long-temps en fonte celle de nos verres factices il pourroit s'y former des cristaux fort semblables à ceux qui peuvent se trouver dans les laves des volcans.

Les laves, comme les autres matières vitreuses ou calcaires, doivent avoir leurs stalactites propres et produites par l'intermède de l'eau : mais il ne faut pas confondre ces stalactites avec les cristaux que le feu peut avoir formés; il en est de même de la *lave noire scoriforme* qui se trouve dans la bouche du Vésuve en grappes branchues comme des coraux, et que M. Ferber dit être une stalactite de lave, puisqu'il convient

lui-même que ces prétendues stalactites sont des portions de la même matière qui ont souffert un feu plus violent ou plus long que le reste de la lave. Et quant aux véritables stalactites produites dans les laves par l'infiltration de l'eau, le même M. Ferber nous en fournit des exemples dans ces cristallisations en aiguilles qu'il a vues attachées à la surface intérieure des cavités de la lave, et qui s'y forment comme les cristaux de roche dans les cailloux creux. La grande dureté de ces cristallisations concourt encore à prouver qu'elles ont été produites par l'eau; car les cristaux du genre vitreux, tels que le cristal de roche, qui sont formés par la voie des éléments humides, sont plus durs que ceux qui sont produits par le feu.

Dans l'énumération détaillée et très nombreuse que cet habile minéralogiste fait de toutes les laves du Vésuve, il observe que les micas qui se trouvent dans quelques laves pourroient bien n'être que les exfoliations des schorls contenus dans ces laves. Cette idée semble être d'autant plus juste que c'est de cette manière et par exfoliation que se forment tous les micas des verres artificiels et naturels, et les premiers micas ne sont, comme nous l'avons dit, que les exfoliations en lames minces qui se sont séparées de la surface des verres primitifs. Il peut donc exister des micas volcaniques comme des micas de nature, parce qu'en effet le feu des volcans a fait des verres comme le feu primitif. Dès lors on doit trouver parmi les laves des masses mêlées de mica : aussi M. Ferber fait mention d'une lave grise compacte avec quantité de lames de mica et de schorl en petits points dispersés, qui ressemble si fort à quelques espèces de granites

gris à petits grains, qu'à la vue il seroit très facile de les confondre.

Le soufre se sublime en flocons, et s'attache en grande quantité aux cavités et aux faîtes de la bouche des volcans. La plus grande partie du soufre du Vésuve est en forme irrégulière et en petits grains. On voit aussi de l'arsenic mêlé de soufre dans les ouvertures intérieures de ce volcan; mais l'arsenic se disperse irrégulièrement sur la lave en petite quantité. Il y a de même dans les crevasses et cavités de certaines laves une plus ou moins grande quantité de sel ammoniac blanc : ce sel se sublime quelque temps après l'écoulement de la lave, et l'on en voit beaucoup dans le cratère de la plupart des volcans. Dans quelques morceaux de lave de l'Etna il se trouve quantité de matière charbonneuse végétale mêlée d'une substance saline; ce qui prouve que c'est un véritable *natron*, une espèce de soude formée par les feux volcaniques, et que c'est à la combustion des végétaux que cette substance saline est due; et à l'égard du vitriol, de l'alun, et des autres sels qu'on rencontre aussi dans les matières volcaniques, nous ne les regarderons pas comme des produits immédiats du feu, parce que leur production varie suivant les circonstances, et que leur formation dépend plus de l'eau que du feu.

Mais, avant de terminer cette énumération des matières produites par le feu des volcans, il faut rapporter, comme nous l'avons promis, les observations qui prouvent qu'il se forme par les feux volcaniques des substances assez semblables au granite et au porphyre, d'où résulte une nouvelle preuve de la formation des

granites et porphyres de nature par le feu primitif : il faut seulement nous défier des noms, qui font ici, comme partout ailleurs, plus d'embarras que les choses. M. Ferber a raison de dire « qu'en général il y a très peu de différence essentielle entre le schorl, le spath dur (feld-spath), le quartz, et les grenats des laves. » Cela est vrai pour le schorl et le feld-spath; et je suis comme persuadé qu'originairement ces deux matières n'en font qu'une, à laquelle on pourroit encore réunir, sans se méprendre, les cristaux volcaniques en forme de grenats : mais le quartz diffère de tous trois par son infusibilité et par ses autres qualités primordiales, tandis que le feld-spath, le schorl, soit en feuilles, soit en grains ou en grenats, sont des verres également fusibles, et qui peuvent aussi avoir été produits également par le feu primitif et par celui des volcans. Les exemples suivants confirmeront cette idée, que je crois bien fondée.

Les schorls noirs en petits rayons que l'on aperçoit quelquefois dans le porphyre rouge et presque toujours dans les porphyres verts sont de la même nature que le feld-spath, à la couleur près.

Une lave noire de la Toscane, dans laquelle le schorl est en grandes taches blanches et parallélipipèdes, a quelque ressemblance avec le porphyre appelé *serpentine noire antique* : le verre de la lave remplace ici la matière du jaspe, et le schorl celle du feld-spath.

La lave rouge des montagnes de Bergame, contenant des petits grenats blancs, ressemble au vrai porphyre rouge.

Les granites gris à petits grains, et qu'on appelle *granitelli*, contiennent moins de feld-spath que les

granites rouges; et ce feld-spath, au lieu d'y être en gros cristaux rhomboïdaux, n'y paroît ordinairement qu'en petites molécules sans forme déterminée. Néanmoins on connoît une espèce de granite gris à grandes taches blanches parallélipipèdes; et la matière de ces taches, dit M. Ferber, tient le milieu entre le schorl et le spath dur (feld-spath). Il y a aussi des granites gris qui renferment au lieu de mica ordinaire, du mica de schorl.

Nous devons observer ici que le granite noir et blanc qui n'a que peu ou point de particules de feld-spath, mais de grandes taches noires oblongues de la nature du schorl, ne seroit pas un véritable granite, si le feld-spath y manque, et si, comme le croit M. Ferber, ces taches de schorl noir remplacent le mica; d'autant que les rayons de schorl noir « y sont, dit-il, en telle abondance, si grands, si serrés..... qu'ils paroissent faire le fond de la pierre. » Et à l'égard du granite vert de M. Ferber, dont le fond est blanc verdâtre avec de grandes taches noires oblongues, et qu'il dit être de la même nature du schorl, et des prétendus porphyres à fond vert de la nature du *trapp*, dont nous avons parlé d'après lui, nous présumons qu'on doit plutôt les regarder comme des productions volcaniques que comme de vrais granites ou de vrais porphyres de nature.

Les basaltes qu'on appelle *antiques*, et les basaltes modernes, ont également été produits par le feu des volcans, puisqu'on trouve dans les basaltes égyptiens les mêmes cristaux de schorl en grenats blancs et de schorl noir en rayons et feuillets que dans les laves ou basaltes modernes et récents; que, de plus, le ba-

salte noir, qu'on nomme mal à propos *basalte oriental*, est mêlé de petites écailles blanches de la nature du schorl, et que sa fracture est absolument pareille à celle de la lave du *Monte-Albano;* qu'un autre basalte noir antique, dont on a des statues, est rempli de petits cristaux en forme de grenats, et présente quelques feuilles brillantes du schorl noir; qu'un autre basalte noir antique est mêlé de petites parties de quartz, de feld-spath, et de mica, et seroit par conséquent un vrai granite si ces trois substances y étoient réunies, comme dans le granite de nature, et non pas nichées séparément comme elles le sont dans ce basalte; qu'enfin on trouve dans un autre basalte antique, brun ou noirâtre, des bandes ou larges raies de granite rouge à petits grains. Ainsi le vrai basalte antique n'est point une pierre particulière, ni différente des autres basaltes, et tous ont été produits, comme les laves, par le feu des volcans. Et à l'égard des bandes de granite observées dans le dernier basalte, comme elles paroissent être de vrai granite, on doit présumer qu'elles ont été enveloppées par la lave en fusion, et incrustées dans son épaisseur.

Puisque le feu primitif a formé une si grande quantité de granites, on ne doit pas être étonné que le feu des volcans produise quelquefois des matières qui leur ressemblent : mais comme au contraire il me paroît certain que c'est par la voie humide que les cristaux de roche et toutes les pierres précieuses ont été formées, je pense qu'on doit regarder comme des corps étrangers, toutes les chrysolithes, hyacinthes, topazes, calcédoines, opales, etc., qui se trouvent dans les différentes matières fondues par le feu des volcans,

et que toutes ces pierres ou cristaux ont été saisis ou enveloppés par les laves et basaltes lorsqu'ils couloient en fusion sur la surface des rochers vitreux, dont ces cristaux ne sont que des stalactites que l'ardeur du feu n'a pas dénaturées. Et quant aux autres cristallisations qui se trouvent formées dans les cavités des laves, elles ont été produites par l'infiltration de l'eau, après le refroidissement de ces mêmes laves.

Aux observations de M. Ferber et de M. le baron de Dietrich, sur les matières volcaniques et volcanisées, nous ajouterons celles de MM. Desmaret, Faujas de Saint-Fond, et de Gensanne, qui ont examiné les volcans éteints de l'Auvergne, du Vélay, du Vivarais, et du Languedoc; et quoique j'aie déjà fait mention de la plupart de ces volcans éteints, il est bon de recueillir et de présenter ici les différentes substances que ces observateurs ont reconnues aux environs de ces mêmes volcans, et qu'ils ont jugé avoir été produites par leurs anciennes éruptions.

M. de Gensanne parle d'un volcan dont la bouche se trouve au sommet de la montagne qui est entre Lunas et Lodève, et qui a dû être considérable, à en juger par la quantité des laves qu'on peut observer dans tout le terrain circonvoisin. Il a reconnu trois volcans dans le voisinage du fort Brescou, sur l'un desquels M. l'évêque d'Agde (Saint-Simon-Sandricourt) a fait, en prélat citoyen, des défrichements et de grandes cultures en vignes qui produisent de bons vins. Ce vieux volcan, stérile jusqu'alors, est couvert d'une si grande épaisseur de laves, que le fond du puits que M. l'évêque d'Agde a fait faire dans sa vigne est à cent quatre pieds de profondeur, et entièrement

taillé dans ce banc de laves, sans qu'on ait pu en trouver la dernière couche, quoique le fond du puits soit à trois pieds au dessous du niveau de la mer. M. de Gensanne ajoute qu'il a compté dans le seul bas Languedoc dix volcans éteints, dont les bouches sont encore très visibles.

M. Desmarest prétend distinguer deux sortes de basaltes : il dit avoir comparé le basalte noir dont on voit plusieurs monuments antiques à Rome avec ce qu'il appelle *le basalte noir des environs de Tulle en Limosin;* il assure avoir vu dans cette pierre des environs de Tulle les mêmes lames, les mêmes taches et bandes de quartz ou de feld-spath et de zéolithe que dans le basalte noir antique : néanmoins ce prétendu basalte de Tulle n'en est point un; c'est une pierre argileuse, mêlée de mica noir et de schorl, qui n'a pas, à beaucoup près, la dureté de la lave compacte ou du basalte, et qui ne porte d'ailleurs aucun caractère ni aucun indice d'un produit de volcan; au contraire, les basaltes gris, noirs, et verdâtres des anciens, sont, de l'aveu même de cet académicien, composés de petits grains assez semblables à ceux d'une lave compacte et d'un tissu serré, et ces basaltes ressemblent entièrement au basalte d'Antrim en Irlande et à celui d'Auvergne [1].

1. « On distingue trois substances qui sont renfermées dans les laves : les points quartzeux, et même les granites entiers; le schorl ou *gäbbro;* les matières calcaires, celles qui sont de la nature de la zéolithe, ou de la base de l'alun : ces deux dernières substances présentent dans les laves toutes les matières du travail de l'eau, depuis la stalactite simple jusqu'à l'agate et la calcédoine. Ces substances étrangères existoient auparavant dans le terrain où la lave a coulé, elles les a entraînées et enveloppées; car j'ai observé que dans certains cantons couverts de

M. Faujas de Saint-Fond a très bien observé toutes les matières produites par les volcans; ses recherches assidues et suivies pendant plusieurs années, et pour lesquelles il n'a épargné ni soins ni dépenses, l'ont mis en état de publier un grand et bel ouvrage sur les volcans éteints, dans lequel nous puiserons le reste des faits que nous avons à rapporter, en les comparant avec les précédents.

laves compactes, ou d'autres productions du feu, on n'y trouve pas un seul vestige de ces cristaux de *gabbro*, si les substances qui composent l'ancien sol n'en contiennent point elles-mêmes. »

Mais nous devons observer qu'indépendamment de ces matières vitreuses ou calcaires saisies dans leur état de nature, et qui sont plus ou moins altérées par le feu, on trouve aussi dans les laves des matières qui, comme nous l'avons dit, s'y sont introduites depuis par le travail successif des eaux. « Elles sont, comme le dit M. Desmarest, le résultat de l'infiltration lente d'un fluide chargé de ces matières épurées, et qui a même souvent pénétré des masses d'un tissu assez serré; elles ne s'y trouvent alors que dans un état cristallin et spathique..... Elles ont pris la forme de stalactites en gouttes rondes ou allongées, en filets déliés, en tuyaux creux; et toutes ces formes se retrouvent au milieu des laves compactes comme dans les vides des terres cuites. »

A ce fait, qui ne m'a jamais paru douteux, M. Desmarest en ajoute d'autres qui mériteroient une plus ample explication. « Les matériaux, dit-il, que le feu a fondus pour produire le basalte, sont les granites. » Les granites ne sont pas les seules matériaux qui entrent dans la composition des basaltes, puisqu'ils contiennent peut-être plus de fer, ou d'autres substances, que de matières graniteuses. « Les granites, continue cet académicien, ont éprouvé par le feu différents degrés d'altération qui se terminent au basalte; on y voit le spath fusible (feld-spath), qui dans quelques uns est grisâtre, et qui dans d'autres forme un fond noir d'un grain serré; et, au milieu de ces échantillons, on démêle aisément le quartz, qui reste en cristaux ou intacts, ou éclatés par lames, ou réduits à une couleur d'un blanc terne, comme le quartz blanc rougi au feu et refroidi subitement. » Le quartz n'est point en cristaux dans les granites de nature, c'est le feld-spath qui

Il a découvert dans les volcans éteints du Vivarais les mêmes pouzzolanes grises, jaunes, brunes, et roussâtres, qui se trouvent au Vésuve et dans les autres terrains volcanisés de l'Italie : les expériences faites dans les bassins du jardin des Tuileries, et vérifiées publiquement, ont confirmé l'identité de nature de ces pouzzolanes de France et d'Italie, et on peut présumer qu'il en est de même des pouzzolanes de tous les autres volcans.

Cet habile naturaliste a remarqué dans une lave grise, pesante, et très dure, des cristaux assez gros, mais confus, lesquels, réduits en poudre, ne faisoient aucune effervescence avec l'acide nitreux, mais se convertissoient, au bout de quelques heures, en une gelée épaisse; ce qui annonce, dit-il, que cette matière est une espèce de zéolithe : mais je dois observer que ce caractère par lequel on a voulu désigner la zéolithe est équivoque; car toute autre matière mélangée de vitreux et de calcaire se réduira de même en gelée : et d'ailleurs cette réduction en gelée n'est pas un indice certain, puisqu'en augmentant la quantité de l'acide on parvient aisément à dissoudre la matière en entier.

Le même M. de Saint-Fond a observé que le fer est très abondant dans toutes les laves, et que souvent il s'y présente dans l'état de rouille, d'ocre, ou de chaux. On voit en effet des laves dont les surfaces sont revêtues d'une couche ocreuse produite par la décomposition du fer qu'elles contenoient, et où d'autres couches ocreuses, encore plus décomposées, se con-

seul y est en cristaux rhomboïdaux : ainsi le quartz ne peut pas *rester en cristaux intacts*, etc., dans les basaltes.

vertissent ultérieurement en une terre argileuse qui happe à la langue [1].

Ce même naturaliste rapporte, d'après M. Pazumot, qu'on a d'abord trouvé des zéolithes dans les laves d'Islande, qu'ensuite on en a reconnu dans différents basaltes en Auvergne, dans ceux du Vieux-Brisach en Alsace, dans les laves envoyées des îles de France et de Bourbon, et dans celles de l'île de Féroé. M. Pazumot est en effet le premier qui ait écrit sur la zéolithe trouvée dans les laves, et son opinion est que cette substance n'est pas un produit immédiat du feu, mais une reproduction formée par l'intermède de l'eau et par la décomposition de la terre volcanisée. C'est aussi le sentiment de M. de Saint-Fond : cependant il avoue qu'il a trouvé de la zéolithe dans l'intérieur du basalte le plus compacte et le plus dur. Il n'est donc guère possible de supposer que la zéolithe se

1. Il m'a remis, pour le Cabinet du Roi, une très belle collection en ce genre, dans laquelle on peut voir tous les passages du basalte noir le plus dur à l'état argileux. Les différents morceaux de cette collection présentent toutes les nuances de la décomposition : l'on y reconnoît, de la manière la plus évidente, non seulement toutes les modifications du fer, qui en se décomposant a produit les teintes les plus variées; mais l'on y voit jusqu'à des prismes bien conformés, entièrement convertis en substance argileuse, de manière à pouvoir être coupés avec un couteau aussi facilement que la terre à foulon, tandis que le schorl noir, renfermé dans les prismes, n'a éprouvé aucune altération.

Un fait digne de la plus grande attention, c'est que, dans certaines circonstances, les eaux s'infiltrant à travers ces laves à demi décomposées ont entraîné leurs molécules ferrugineuses, et les ont déposées et réunies sous la forme d'hématites dans les cavités adjacentes; alors les laves terreuses, dépouillées de leur fer, ont perdu leur couleur, et ne se présentent plus que comme une terre argileuse et blanche, sur laquelle l'aimant n'a plus d'action.

soit formée dans ces basaltes par la décomposition de leur propre substance, et M. de Saint-Fond pense que ces dernières zéolithes étoient formées auparavant, et qu'elles ont seulement été saisies et enveloppées par la lave lorsqu'elle étoit en fusion. Mais alors comment est-il possible que la violence du feu ne les ait pas dénaturées, puisqu'elles sont enfermées dans la plus grande épaisseur de la lave où la chaleur étoit la plus forte? Aussi notre observateur convient-il qu'il y a des circonstances où le feu et l'eau ont pu produire des zéolithes, et il en donne des raisons assez plausibles.

Il dit, après l'avoir éprouvé par comparaison, que le basalte noir du Vivarais est plus dur que le basalte antique ou égyptien [1]. Il a trouvé sur le plus haut sommet de la montagne du Mézine en Vélay un basalte gris blanc un peu verdâtre, dur et sonore, qui se rapproche, par la couleur et par le grain, du basalte gris verdâtre d'Égypte, et dans lequel on remarque quel-

1. Il observe quelques différences dans la pâte de ce basalte égyptien, d'après les belles statues de cette matière que M. le duc de Chaulnes a rapportées de son voyage d'Égypte; elles présentent les variétés suivantes : 1° un basalte noir, dur, et compacte, dont la pâte offre un grain serré, mais sec et âpre au toucher dans les cassures, et néanmoins susceptible d'un beau poli; 2° un basalte d'un grain semblable, mais d'une teinte verdâtre; 3° un basalte d'un gris lavé tirant au vert. Au reste, M. Fanjas de Saint-Fond ne regarde pas comme un basalte, ni même comme un produit des volcans, la matière de quelques statues égyptiennes, qui, quoique d'une belle couleur noire, n'est qu'une pierre argileuse mêlée de mica et de schorl noir en très petits grains; et cette pierre est bien moins dure que le basalte. Notre observateur recommande enfin de ne pas confondre avec le basalte la matière de quelques statues égyptiennes d'un gris noirâtre, qui n'est qu'un granite à grain fin ou une sorte de *granitello*.

ques lames d'un feld-spath blanc vitreux, qui a le coup d'œil et le brillant d'une eau glacée. Ces lames sont souvent formées en parallélogrammes, et il y a des morceaux où le feld-spath renferme lui-même de petites aiguilles de schorl noir.

Enfin il remarque aussi très bien que les dendrites qu'on voit à la superficie de quelques basaltes sont produites par le fer que l'eau dissout et dépose en forme de ramifications.

A l'égard de la figure prismatique que prennent les basaltes, notre observateur m'en a remis, pour le Cabinet du Roi, des triangulaires, c'est-à-dire à trois pans, qu'il dit être les plus rares, des quadrangulaires, des pentagones, des hexagones, des heptagones, et des octogones, tous en prismes bien formés; et, après une infinité de recherches, il avoue n'avoir jamais trouvé de basalte à neuf pans, quoique Molineux dise en avoir vu dans le comté d'Antrim.

Dans certaines laves que M. de Saint-Fond appelle *basaltes irréguliers*, il a reconnu de la zéolithe en noyau, avec du schorl noir. Dans un autre basalte du Vivarais, il a vu un gros noyau de feld-spath blanc à demi transparent, luisant, et ressemblant à du spath calcaire; et ce feld-spath renfermoit lui-même une belle aiguille prismatique de schorl noir. « Il y a de ces basaltes, dit-il, qui contiennent des noyaux de pierre calcaire et de pierre vitrifiable de la nature de la pierre à rasoir, et d'autres noyaux qui ressemblent à du tripoli. » Il a vu dans d'autres blocs de la chrysolithe verdâtre; dans d'autres, du spath calcaire blanc, cristallisé et à demi transparent : d'autres morceaux sont entremêlés de couches de basaltes et de

petites couches de pierre calcaire; d'autres renferment des fragments de granite blanc, mêlés de schorl noir: il y en a même dont le granite est en plaques si intimement jointes et liées au basalte, que, malgré le poli, la ligne de jonction n'est pas sensible; enfin dans la cavité d'un autre morceau de basalte, il a reconnu un dépôt ferrugineux sous la forme d'hématite, qui en tapisse tout l'intérieur, et qui est de couleur gorge de pigeon, très chatoyante. On voit sur cette hématite quelques gros grains d'une espèce de calcédoine blanche et demi-transparente; une des faces de ce même morceau est recouverte de dendrites ferrugineuses : et parmi les laves proprement dites, il en a remarqué plusieurs qui sont tendres, friables, et prennent peu à peu la nature d'une terre argileuse.

Il remarque avec raison que la *pierre de gallinace*, qu'on a nommée *agate noire d'Islande*, n'a aucun rapport avec les agates, et que ce n'est qu'un verre demi-transparent, une sorte d'émail, qui se forme dans les volcans, et que nous pouvons même imiter en tenant de la lave à un feu violent et long-temps continué. On trouve de cette pierre de gallinace non seulement en Islande, mais dans les montagnes volcaniques du Pérou. Les anciens Péruviens la travailloient pour en faire des miroirs qu'on a trouvés dans leurs tombeaux. Mais il ne faut pas confondre cette pierre de gallinace avec la *pierre d'incas*, qui est une marcassite dont ils faisoient aussi des miroirs. On rencontre de même sur l'Etna et sur le Vésuve quelques morceaux de gallinace, mais en petite quantité, et M. de Saint-Fond n'en a trouvé qu'en un seul endroit du Vivarais, dans les environs de Rochemaure. Ce morceau est tout-à-

fait semblable à la gallinace d'Islande; il est de même très noir et d'une substance dure donnant des étincelles avec l'acier : mais on y voit des bulles de la grosseur de la tête d'une épingle, toutes d'une rondeur exacte; ce qui paroît être une démonstration de plus de sa formation par le feu.

Indépendamment de toutes les variétés dont nous venons de faire mention, il se trouve très fréquemment dans les terrains volcanisés des brèches et des poudingues que M. de Saint-Fond distingue avec raison [1] par la différence des matières dont ils sont composés.

La pouzzolane n'est que le détriment des matières volcaniques; vue à la loupe, elle présente une multitude de grains irréguliers : on y voit aussi des points de schorl noir détachés, et très souvent de petites portions de basalte pur ou altéré. On trouve de la pouzzolane dans presque tous les cantons volcanisés, particulièrement dans les environs des cratères; il y en a plusieurs espèces et de différentes couleurs dans le Vivarais, et en plus grande abondance dans le Vélay.

Et je crois qu'on pourroit mettre encore au nombre

1. Ces brèches se trouvent souvent en très grandes masses; l'église cathédrale et la plupart des maisons de la ville du Puy en Vélay sont construites d'une brèche volcanique dont il y a de très grands rochers à la montagne de Danis : cette brèche est quelquefois en masses irrégulières : mais pour l'ordinaire elle est posée par couches fort épaisses qui ont été produites par les éruptions de l'ancien volcan de Danis. Il y a près du château de Rochemaure des masses énormes d'une autre brèche volcanique formée par une multitude de très petits éclats irréguliers de basalte noir, dur et sain, de quelques grains de schorl noir vitreux, le tout confondu et mêlé de fragments d'une pierre blanchâtre, et tirant un peu sur la couleur de rose tendre.

des pouzzolanes cette matière d'un rouge ferrugineux qui se trouve souvent entre les couches des basaltes, quoiqu'elle se présente comme une terre bolaire qui happe à la langue et qui est grasse au toucher. En la regardant attentivement, on y voit beaucoup de paillettes de schorl noir, et souvent même des portions de lave qui n'ont pas encore été dénaturées, et qui conservent tous les caractères de la lave ; mais ce qui prouve sa conformité de nature avec la pouzzolane, c'est qu'en prenant dans cette matière rouge celle qui est la plus liante, la plus pâteuse, on en fait un ciment avec de la chaux vive, et que, dans ce ciment, le liant de la terre s'évanouit, et qu'il prend consistance dans l'eau comme la plus excellente pouzzolane.

Les pouzzolanes ne sont donc pas des cendres, comme quelques auteurs l'ont écrit, mais de vrais détriments des laves et des autres matières volcanisées. Au reste, il me paroît que notre savant observateur assure trop généralement qu'*il n'y a point de véritables cendres dans les volcans*, et qu'il n'y existe *absolument* que la matière de la lave cuite, recuite, calcinée, réduite ou en scories graveleuses ou en poudre fine. D'abord il me semble que, dans tout le cours de son ouvrage, l'auteur est dans l'idée que la lave se forme dans le gouffre ou foyer même du volcan, et qu'elle est projetée hors du cratère sous sa forme liquide et coulante, tandis qu'au contraire la lave ne se forme que dans les éminences ou monceaux de matières ardentes rejetées et accumulées, soit au dessus du cratère, comme dans le Vésuve, soit à quelque distance des bouches d'éruption, comme dans

l'Etna. La lave ne se forme donc que par une vitrification postérieure à l'éjection, et cette vitrification ne se fait que dans les monceaux de matières rejetées; elle ne sort que du pied de ces éminences ou monceaux, et dès lors cette matière vitrifiée ne contient en effet point de cendres; mais les monceaux eux-mêmes en contenoient en très grande quantité, et ce sont ces cendres qui ont servi de fondant pour former le verre de toutes les laves. Ces cendres sont lancées hors du gouffre des volcans, et proviennent des substances combustibles qui servent d'aliment à leurs feux; les pyrites, les bitumes, et les charbons de terre, tous les résidus des végétaux et animaux, étant les seules matières qui puissent entretenir le feu, il est de toute nécessité qu'elles se réduisent en cendres dans le foyer même du volcan, et qu'elles suivent le torrent de ses projections : aussi plusieurs observateurs, témoins oculaires des éruptions des volcans, ont très bien reconnu les cendres projetées, et quelquefois emportées fort loin par les vents; et si, comme le dit M. de Saint-Fond, l'on ne trouve pas de cendres autour des anciens volcans éteints, c'est uniquement parce qu'elles on changé de nature par le laps de temps et par l'action des éléments humides.

Nous ajouterons encore ici quelques observations de M. de Saint-Fond, au sujet de la formation des pouzzolanes. Les laves poreuses se réduisent en sable et en poussière; les matières qui ont subi une forte calcination sans se fondre deviennent friables, et forment une excellente pouzzolane : la couleur en est jaunâtre, grise, noire ou rougeâtre, en raison des différentes altérations qu'a éprouvées la matière ferru-

gineuse qu'elles contiennent ; et il ajoute que c'est uniquement à la quantité du fer contenu dans les laves et basaltes qu'on doit attribuer leur fusibilité. Cette dernière assertion me paroît trop exclusive : ce n'est pas en effet au fer, du moins au fer seul, qu'on doit attribuer la fusibilité des laves : c'est au *salin* contenu dans les cendres rejetées par le volcan qu'elles ont dû leur première vitrification, et c'est au mélange des matières vitreuses, calcaires et salines, autant et plus qu'aux parties ferrugineuses, qu'elles doivent la facilité de se fondre une seconde fois. Les laves se fondent comme nos verres factices et comme toute autre matière vitreuse mélangée de parties calcaires ou salines : et en général tout mélange et toute composition produit la fusibilité ; car l'on sait que plus les matières sont pures, et plus elles sont réfractaires au feu : le quartz, le jaspe, l'argile et la craie pures y résistent également, tandis que toutes les matières mixtes s'y fondent aisément ; et cette épreuve seroit le meilleur moyen de distinguer les substances simples des matières composées, si la fusibilité ne dépendoit pas encore plus de la force du feu que du mélange des matières ; car, selon moi, les substances les plus simples et les plus réfractaires ne résisteroient pas à cette action du feu si l'on pouvoit l'augmenter à un degré convenable.

En comparant toutes les observations que je viens de rapporter, et donnant même aux différentes opinions des observateurs toute la valeur qu'elles peuvent avoir, il me paroît que le feu des volcans peut produire des matières assez semblables aux porphyres et granites, et dans lesquelles le feld-spath, le mica

et le schorl se reconnoissent sous leur forme propre ; et ce fait seul une fois constaté suffiroit pour qu'on dût regarder comme plus que vraisemblable la formation du porphyre et du granite par le feu primitif, et à plus forte raison celle des matières premières dont ils sont composés.

Mais, dira-t-on, quelque sensibles que soient ces rapports, quelque plausibles que paroissent les conséquences que vous en tirez, n'avez-vous pas annoncé que la figuration de tous les minéraux n'est due qu'au travail des molécules organiques, qui ne pouvant en pénétrer le fond, par la trop grande résistance de leur substance dure, ont seulement tracé sur la superficie les premiers linéaments de l'organisation, c'est-à-dire les traits de la figuration? Or il n'y avoit point de corps organisés dans ce premier temps où le feu primitif a réduit le globe en verre; et même est-il croyable que dans ces feux de nos fourneaux ardents, où nous voyons se former des cristaux, il y ait des molécules organiques qui concourent à la forme régulière qu'ils prennent? ne suffit-il pas d'admettre la puissance de l'attraction et l'exercice de sa force par les lois de l'affinité, pour concevoir que toutes les parties homogènes se réunissant, elles doivent prendre en conséquence des figures régulières, et se présenter sous différentes formes relatives à leur différente nature, telles que nous les voyons dans ces cristallisations?

Ma réponse à cette importante question est que, pour produire une forme régulière dans un solide, la puissance de l'attraction seule ne suffit pas, et que l'affinité n'étant que la même puissance d'attraction,

ses lois ne peuvent varier que par la diversité de figure des particules sur lesquelles elle agit pour les réunir [1]; sans cela toute matière réduite à l'homogénéité prendroit la forme sphérique, comme la prennent les gouttes d'eau, de mercure, et de tout autre liquide, dans le temps de leur liquéfaction. Il faut donc nécessairement que tous les corps qui ont des formes régulières avec des faces et des angles reçoivent cette impression de figure de quelque autre cause que de l'affinité ; il faut que chaque atome soit déjà figuré avant d'être attiré et réuni par l'affinité ; et comme la figuration est le premier trait de l'organisation, et qu'après l'attraction il n'y a d'autre puissance active dans la nature que celle de la chaleur et des molécules organiques qu'elle produit, il me semble qu'on ne peut attribuer qu'à ces mêmes éléments actifs le travail de la figuration.

L'existence des molécules organiques a précédé celle des êtres organisés ; elles sont aussi anciennes que l'élément du feu ; un atome de lumière ou de chaleur est par lui-même une molécule active, qui devient organique dès qu'elle a pénétré un autre atome de matière. Ces molécules organiques une fois formées ne peuvent être détruites ; le feu le plus violent ne fait que les disperser sans les anéantir : nous avons prouvé que leur essence étoit inaltérable, leur existence perpétuelle, leur nombre infini, et qu'étant aussi universellement répandues que les atomes de la lumière, tout concourt à démontrer qu'elles servent également à l'organisation des animaux, des végétaux,

1. Voyez, dans l'histoire naturelle des quadrupèdes, l'article qui a pour titre *de la Nature, seconde vue.*

et à la figuration des minéraux, puisqu'après avoir pris à la surface de la terre leur organisme tout entier dans l'animal et le végétal, retombant ensuite dans la masse minérale, elles réunissent tous les êtres sous la même loi, et ne font qu'un seul empire de tous les règnes de la nature.

DU SOUFRE.

La nature, indépendamment de ses hautes puissances auxquelles nous ne pouvons atteindre, et qui se déploient par des effets universels, a de plus les facultés de nos arts, qu'elle manifeste par des effets particuliers : comme nous elle sait fondre et sublimer les métaux, cristalliser les sels, tirer le vitriol et le soufre des pyrites, etc. Son mouvement plus que perpétuel, aidé de l'éternité du temps, produit, entraîne, amène toutes les révolutions, toutes les combinaisons possibles. Pour obéir aux lois établies par le souverain Être, elle n'a besoin ni d'instruments, ni d'adminicules, ni d'une main dirigée par l'intelligence humaine ; tout s'opère parce qu'à force de temps tout se rencontre, et que dans la libre étendue des espaces et dans la succession continue du mouvement toute matière est remuée, toute forme donnée, toute figure imprimée. Ainsi tout se rapproche ou s'éloigne, tout s'unit ou se fuit, tout se combine ou s'oppose, tout se produit ou se détruit par des forces relatives

ou contraires, qui seules sont constantes, et, se balançant sans se nuire, animent l'univers et en font un théâtre de scènes toujours nouvelles et d'objets sans cesse renaissants.

Mais en ne considérant la nature que dans ses productions secondaires, qui sont les seules auxquelles nous puissions comparer les produits de notre art, nous la verrons encore bien au dessus de nous; et pour ne parler que du sujet particulier dont je vais traiter dans cet article, le soufre qu'elle produit au feu de ses volcans est bien plus pur, bien mieux cristallisé, que celui dont nos plus grands chimistes ont ingénieusement trouvé la composition. C'est bien la même substance; ce soufre artificiel et celui de la nature ne sont également que la matière du feu rendue fixe par l'acide; et la démonstration de cette vérité, qui ne porte que sur l'imitation par notre art d'un procédé secondaire de la nature, est néanmoins le triomphe de la chimie, et le plus beau trophée qu'elle puisse placer au haut du monument de toutes ses découvertes.

L'élément du feu, qui, dans son état de liberté, ne tend qu'à fuir, et divise toute matière à laquelle on l'applique, trouve sa prison et des liens dans cet acide qui lui-même est formé par l'intermède des autres éléments; c'est par la combinaison de l'air et du feu que l'acide primitif a été produit; et dans les acides secondaires les éléments de la terre et de l'eau sont tellement combinés, qu'aucune autre substance simple ou composée n'a autant d'affinité avec le feu: aussi cet élément se saisit de l'acide dès qu'il se trouve dans son état de pureté naturelle et sans eau superflue; il

forme avec lui un nouvel être qui est le soufre, uniquement composé de l'acide et du feu.

Pour voir clairement ces rapports importants, considérons d'abord le soufre tel que la nature nous l'offre au sommet de ses volcans; il se sublime, s'attache et se cristallise contre les parois des cavernes qui surmontent tous les feux souterrains : ces chapiteaux des fournaises embrasées par le feu des pyrites sont les grands récipients de cette matière sublimée; elle ne se trouve nulle part en aussi grande abondance, parce que nulle part l'acide et le feu ne se rencontrent en aussi grand volume et n'agissent avec autant de puissance.

Après la chute des eaux et la production de l'acide, la nature a d'abord renfermé une partie de la matière du feu dans les pyrites, c'est-à-dire dans les petites masses ferrugineuses et minérales où l'acide vitriolique, se trouvant en quantité, a saisi cet élément du feu, et le retiendroit à perpétuité si l'action des éléments humides [1] ne survenoit pour le dégager et lui rendre sa liberté; l'humidité, en agissant sur la matière terreuse et s'unissant en même temps à l'acide, diminue sa force, relâche peu à peu les nœuds de son union avec le feu, qui reprend sa liberté dès que ses liens sont brisés : dans cet incendie, le feu, devenu libre, emporte avec sa flamme une portion de l'acide auquel il étoit uni dans la pyrite; et cet acide pur et

1. L'eau seule ne décompose pas les pyrites : le long des falaises des côtes de Normandie, les bords de la mer sont jonchés de pyrites, que les pêcheurs ramassent pour en faire du vitriol.

La rivière de Marne, dans la partie de la Champagne crayeuse qu'elle arrose, est jonchée de pyrites martiales qui restent intactes tant qu'elles sont dans l'eau, mais qui s'effleurissent dès qu'elles sont exposées à l'air.

séparé de la terre, qui reste fixe, forme, avec la substance de la flamme, une nouvelle matière uniquement composée de feu fixé par l'acide, sans mélange de terre ni de fer, ni d'aucune autre matière.

Il y a donc une différence essentielle entre le soufre et la pyrite, quoique tous deux contiennent également la substance du feu saisie par l'acide, puisque le soufre n'est composé que de ces deux substances pures et simples, tandis qu'elles sont incorporées dans la pyrite avec une terre fixe de fer ou d'autres minéraux. Le mot de *soufre minéral*, dont on a tant abusé, devroit être banni de la physique, parce qu'il fait équivoque et présente une fausse idée; car ce soufre minéral n'est pas du soufre, mais de la pyrite : et de même toutes les substances métalliques, qu'on dit être minéralisées par le soufre, ne sont que des pyrites qui contiennent, à la vérité, les principes du soufre, mais dans lesquelles il n'est pas formé. Les pyrites martiales et cuivreuses, la galène de plomb, etc., sont autant de pyrites dans lesquelles la substance du feu et celle de l'acide se trouvent plus ou moins intimement unies aux parties fixes de ces métaux : ainsi les pyrites ont été formées par une grande opération de la nature, après la production de l'acide et des matières combustibles, remplies de la substance du feu; et le soufre ne s'est formé que par une opération secondaire, accidentelle, et particulière, en se sublimant avec l'acide par l'action des feux souterrains. Les charbons de terre et les bitumes, qui, comme les pyrites, contiennent de l'acide, doivent par leur combustion produire de même une grande quantité de soufre : aussi toutes les matières qui servent d'aliment

au feu des volcans et à la chaleur des eaux thermales donnent également du soufre dès que, par les circonstances locales, l'acide et le feu qui l'accompagne et l'enlève peuvent être arrêtés et condensés par le refroidissement.

On abuse donc du nom de *soufre*, lorsqu'on dit que les métaux sont minéralisés par le soufre; et comme les abus vont toujours en augmentant, on a aussi donné le même nom de *soufre* à tout ce qui peut brûler. Ces applications équivoques ou fausses viennent de ce qu'il n'y avoit dans aucune langue une expression qui pût désigner le feu dans son état fixe; le *soufre* des anciens chimistes représentoit cette idée [1], le *phlogistique* la représente dans la chimie récente : et l'on n'a rien gagné à cette substitution de termes; elle n'a même fait qu'augmenter la confusion des idées, parce qu'on ne s'est pas borné à ne donner au phlogistique que les propriétés du feu fixe. Ainsi le mot ancien de *soufre*, ou le mot nouveau de *phlogistique*, dans la langue des sciences, n'auroient pas fait de mal s'ils n'eussent exprimé que l'idée nette et claire du feu dans son état fixe : cependant *feu fixe* est aussi court,

1. Le soufre des philosophes hermétiques étoit un tout autre être que le soufre commun : ils le regardoient comme le principe de la lumière, comme celui du développement des germes et de la nutrition des corps organisés; et sous ces rapports il paroît qu'ils considéroient particulièrement dans le soufre son feu fixe, indépendamment de l'acide dans lequel il se trouve engagé. Dans ce point de vue, ce n'est plus du soufre qu'il s'agit, mais du feu même, en tant que fixé dans les différents corps de la nature; il en fait l'activité, le développement, et la vie; et, en ce sens, le soufre des alchimistes peut en effet être regardé comme le principe des phénomènes de la chaleur, de la lumière, du développement, et de la nutrition des corps organisés. (*Observation communiquée par M. l'abbé Bexon.*)

aussi aisé à prononcer, que *phlogistique;* et *feu fixe* rappelle l'idée principale de l'élément du feu, et le représente tel qu'il existe dans les corps combustibles, au lieu que *phlogistique*, qu'on n'a jamais bien défini, qu'on a souvent mal appliqué, n'a fait que brouiller les idées, et rendre obscures les explications des choses les plus claires. La réduction des chaux métalliques en est un exemple frappant; car elle s'explique, s'entend aussi clairement que la précipitation, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours, avec nos chimistes, à l'absence ou à la présence du phlogistique.

Dans la nature, et surtout dans la matière brute, il n'y a d'êtres réels et primitifs que les quatre éléments; chacun de ces éléments peut se trouver en un état différent de mouvement ou de repos, de liberté ou de contrainte, d'action ou de résistance, etc. : il y auroit donc tout autant de raison de faire un nouveau mot pour l'air fixe; mais heureusement on s'en est abstenu jusqu'ici. Ne vaut-il pas mieux en effet désigner par une épithète l'état d'un élément, que de faire un être nouveau de cet état en lui donnant un nom particulier? Rien n'a plus retardé le progrès des sciences que la *logomachie*, et cette création de mots nouveaux *à demi techniques*, *à demi métaphysiques*, et qui dès lors ne représentent nettement ni l'effet ni la cause : j'ai même admiré la justesse de discernement des anciens; ils ont appelé *pyrites* les matières minérales qui contiennent en abondance la substance du feu : avons-nous eu raison de substituer à ce nom celui de *soufre*, puisque les minerais ne sont en effet que des pyrites? Et de même les anciens chimistes ont entendu par le mot de *soufre* la matière du feu con-

tenue dans les huiles, les résines, les esprits ardents, et dans tous les corps des animaux et des végétaux, ainsi que dans la substance des minéraux : avons-nous aujourd'hui raison de lui substituer celui de *phlogistique?* Le mieux eût été de n'adopter ni l'un ni l'autre : aussi n'ai-je employé dans le cours de cet ouvrage que l'expression de *feu fixe* au lieu de *phlogistique*, comme je n'emploie ici que celle de *pyrite* au lieu de *soufre minéral.*

Au reste, si l'on veut distinguer l'idée du feu fixe de celle du phlogistique, il faudra, comme je l'ai dit, appeler *phlogistique* le feu qui, d'abord étant fixé dans les corps, est en même temps animé par l'air et peut en être séparé, et laisser le nom de *feu fixe* à la matière propre du feu fixé dans ces mêmes corps, et qui, sans l'adminicule de l'air auquel il se réunit, ne pourroit s'en dégager.

Le feu fixe est toujours combiné avec l'air fixe, et tous deux sont les principes inflammables de toutes les substances combustibles : c'est en raison de la quantité de cet air et feu fixes qu'elles sont plus ou moins inflammables. Le soufre, qui n'est composé que d'acide pur et de feu fixe, brûle en entier et ne laisse aucun résidu après son inflammation; les autres substances, qui sont mêlées de terres ou de parties fixes, laissent toutes des cendres ou des résidus charbonneux après leur combustion; et en général toute inflammation, toute combustion n'est que la mise en liberté, par le concours de l'air, du feu fixe contenu dans les corps; et c'est alors que ce feu animé par l'air devient *phlogistique :* or le feu libre, l'air et l'eau, peuvent également rendre la liberté au feu fixe con-

tenu dans les pyrites; et comme, au moment qu'il est libre, le feu reprend sa volatilité, il emporte avec lui l'acide auquel il est uni, et forme du soufre par la seule condensation de cette vapeur.

On peut faire du soufre par la fusion ou par la sublimation : il faut pour cela choisir les pyrites qu'on a nommées *sulfureuses*, et qui contiennent la plus grande quantité de feu fixe et d'acide, avec la moindre quantité de fer, cuivre, ou de toute autre matière fixe; et selon qu'on veut extraire une grande ou petite quantité de soufre, on emploie différents moyens, qui néanmoins se réduisent tous à donner du soufre par fusion ou par sublimation.

Cette substance tirée des pyrites par notre art est absolument semblable à celle du soufre que la nature produit par l'action de ses feux souterrains; sa couleur est d'un jaune citrin; son odeur est désagréable, et plus forte lorsqu'il est frotté ou échauffé; il est électrique comme l'ambre ou la résine; sa saveur n'est insipide que parce que le principe aqueux de son acide y étant absorbé par l'excès du feu, il n'a aucune affinité avec la salive, et qu'en général il n'a pas plus d'action sur les matières aqueuses qu'elles n'en ont sur lui; sa densité est à peu près égale à celle de la pierre calcaire [1]; il est cassant, presque friable, et se pulvérise aisément; il ne s'altère pas par l'impression des éléments humides, et même l'action du feu ne le décompose pas lorsqu'il est en vaisseaux clos, et privé de l'air nécessaire à toute inflammation. Il se sublime sous sa même forme, au haut du vaisseau clos, en

1. Le soufre volatil pèse environ cent quarante-deux livres le pied cube, et le soufre en canon cent trente-neuf à cent quarante livres.

petits cristaux auxquels on a donné le nom de *fleurs de soufre;* celui qu'on obtient par la fusion se cristallise de même en le laissant refroidir très lentement : ces cristaux sont ordinairement en aiguilles ; et cette forme aiguillée, propre au soufre, se voit dans les pyrites et dans presque tous les minéraux où le feu fixe et l'acide se trouvent combinés en grande quantité avec le métal : il se cristallise aussi en octaèdre dans les grands soupiraux des volcans.

Le degré de chaleur nécessaire pour fondre le soufre ne suffit pas pour l'enflammer : il faut, pour qu'il s'allume, porter de la flamme à sa surface ; et dès qu'il aura reçu l'inflammation, il continuera de brûler. Sa flamme est légère et bleuâtre, et ne peut même communiquer l'inflammation aux autres matières combustibles que quand on donne plus d'activité à la combustion du soufre en augmentant le degré du feu : alors sa flamme devient plus lumineuse, plus intense, et peut enflammer les matières sèches et combustibles. Cette flamme du soufre, quelque intense qu'elle puisse être, n'en est pas moins pure ; elle est ardente dans toute sa substance ; elle n'est accompagnée d'aucune fumée, et ne produit point de suie : mais elle répand une vapeur suffocante qui n'est que celle de l'acide encore combiné avec le feu fixe, et à laquelle on a donné le nom d'*acide sulfureux.* Au reste, plus lentement on fait brûler le soufre, plus la vapeur est suffocante, et plus l'acide qu'elle contient devient pénétrant : c'est, comme l'on sait, avec cet acide sulfureux qu'on blanchit les étoffes, les plumes, et les autres substances animales.

L'acide que le feu libre emporte ne s'élève avec lui

qu'à une certaine hauteur; car dès qu'il est frappé par l'humidité de l'air, qui se combine avec l'acide, le feu est forcé de fuir; il quitte l'acide et s'exhale tout seul : cet acide dégagé dans la combustion du soufre est du pur acide vitriolique. « Si l'on veut le recueillir au moment que le feu l'abandonne, il ne faut que placer un chapiteau au dessus du vase, avec la précaution de le tenir assez éloigné pour permettre l'action de l'air, qui doit entretenir la combustion, et de porter dans l'intérieur du chapiteau une certaine humidité par la vapeur de l'eau chaude; on trouvera dans le récipient ajusté au bec du chapiteau l'acide vitriolique connu sous le nom d'*esprit de vitriol*, c'est-à-dire un acide peu concentré, et considérablement affoibli par l'eau. » On concentre cet acide et on le rend pur en le distillant. « L'eau, comme plus volatile, s'élève la première et emporte un peu d'acide; plus on réitère la distillation, plus il y a de déchet, mais aussi plus l'acide qui reste se concentre; et ce n'est que par ce moyen qu'on peut lui donner toute sa force et le rendre tout-à-fait pur [1]. » Au reste, on a imaginé depuis peu le moyen d'effectuer dans des vaisseaux clos la combustion du soufre; il suffit pour cela d'y joindre un peu de nitre, qui fournit l'air nécessaire à cette combustion; et d'après ce principe on a construit des appareils de vaisseaux clos, pour tirer l'esprit de vitriol en grand, sans danger et sans perte : c'est ainsi qu'on y procède actuellement dans plusieurs manufactures [2], et spécialement dans la belle fabri-

1. *Éléments de Chimie*, par M. de Morveau, tome II, page 22.

2. C'est à Rouen que l'on a commencé à faire de l'huile de vitriol en grand par le soufre; il s'en fait annuellement dans cette ville et

que de sels minéraux établie à Javelle sous le nom et les auspices de monseigneur le comte d'Artois.

L'eau ne dissout point le soufre et ne fait même aucune impression à sa surface; cependant si l'on verse du soufre en fusion dans de l'eau, elle se mêle avec lui, et il reste mou tant qu'on ne le fait pas sécher à l'air : il reprend sa solidité et toute sa sécheresse dès que l'eau dont il s'est humecté par force, et avec laquelle il n'a que peu ou point d'adhérence, est enlevée par l'évaporation.

Voilà sur la composition de la substance du soufre et sur ses principales propriétés ce que nos plus habiles chimistes ont reconnu et nous représentent comme choses incontestables et certaines; cependant elles ont besoin d'être modifiées, et surtout de n'être pas prise dans un sens absolu, si l'on veut s'approcher de la vérité en se rapprochant des faits réels de la nature. Le soufre, quoique entièrement composé de feu fixe et d'acide, n'en contient pas moins les quatre éléments, puisque l'eau, la terre, et l'air, se trouvent unis dans l'acide vitriolique, et que le feu même ne se fixe que par l'intermède de l'air.

Le phlogistique n'est pas, comme on l'assure, une substance simple, identique, et toujours la même dans tous les corps, puisque la matière du feu y est toujours unie à celle de l'air, et que, sans le concours de ce second élément, le feu fixe ne pourroit ni se dégager ni s'enflammer. On sait que l'air fixe prend souvent la place du feu fixe en s'emparant des matières que celui-ci quitte, que l'air est même le seul

dans les environs quatorze cent milliers : on en fait à Lyon sans intermède du salpêtre. (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

intermède par lequel on puisse dégager le feu fixe, qui alors devient le phlogistique : ainsi le soufre, indépendamment de l'air fixe qui est entré dans sa composition, se charge encore de nouvel air dans son état de fusion; cet air fixe s'unit à l'acide; la vapeur même du soufre fixe l'air et l'absorbe; et enfin le soufre, quoique contenant le feu fixe en plus grande quantité que toutes les autres substances combustibles, ne peut s'enflammer comme elles et continuer à brûler que par le concours de l'air.

En comparant la combustion du soufre à celle du phosphore, on voit que, dans le soufre, l'air fixe prend la place du feu à mesure qu'il se dégage et s'exhale en flamme, et que, dans le phosphore, c'est l'air fixe qui se dégage le premier, et laisse le feu fixe reprendre sa liberté : cet effet s'opère sans le secours extérieur du feu libre et par le seul contact de l'air; et dans toute matière où il se trouve des acides, l'air s'unit avec eux, et se fixe encore plus aisément que le feu même dans les substances les plus combustibles.

Dans les explications chimiques on attribue tous les effets au phlogistique, c'est-à-dire au feu fixe seul, tandis qu'il n'est jamais seul, et que l'air fixe est très souvent la cause immédiate ou médiate de l'effet. Heureusement que, dans ces dernières années, d'habiles physiciens, ayant suivi les traces du docteur Hales, ont fait entrer cet élément dans l'explication de plusieurs phénomènes, et ont démontré que l'air se fixoit en s'unissant à tous les acides; en sorte qu'il contribue, presque aussi essentiellement que le feu, non seulement à toute combustion, mais même à toute calcination, soit à chaud, soit à froid.

J'ai démontré que la combustion et la calcination sont deux effets du même ordre, deux produits des mêmes causes; et lorsque la calcination se fait à froid, comme celle de la céruse par l'acide de l'air, c'est que cet acide contient lui-même une assez grande quantité de feu fixe pour produire une petite combustion intérieure, qui s'annonce par la calcination, de la même manière que la combustion intérieure des pyrites humectées se manifeste par l'inflammation.

On ne doit donc pas supposer, avec Stahl et tous les autres chimistes, que le soufre n'est composé que de phlogistique et d'acide, à moins qu'ils ne conviennent avec moi que le phlogistique n'est pas une substance simple, mais composée de feu et d'air, tous deux fixes; que de plus ce phlogistique ne peut pas être identique et toujours le même, puisque l'air et le feu s'y trouvent combinés en différentes proportions et dans un état de fixité plus ou moins constant: et de même on ne doit pas prononcer dans un sens absolu que le soufre, uniquement composé d'acide et de phlogistique, ne contient point d'eau, puisque l'acide vitriolique en contient, et qu'il a même avec cet élément assez d'affinité pour s'en saisir avidement.

L'eau, l'air, et le feu, peuvent également se fixer dans les corps, et l'on sera forcé, pour exposer au vrai leur composition, d'admettre une eau fixe, comme l'on a été obligé d'admettre un air fixe après avoir admis le feu fixe; et de même on sera conduit par des réflexions fondées, et par des observations ultérieures, à ne pas regarder l'élément de la terre comme absolument fixe, et on ne conclura pas, d'après l'idée que *toute terre est fixe*, qu'il n'existe point de terre

dans le soufre, parce qu'il ne donne ni suie ni résidu après sa combustion : cela prouve seulement que la terre du soufre est volatile, comme celle du mercure, de l'arsenic, et de plusieurs autres substances.

Rien ne détourne plus de la route qu'on doit suivre dans la recherche de la vérité, que ces principes secondaires dont on fait de petits axiomes absolus, par lesquels on donne l'exclusion à tout ce qui n'y est pas compris : assurer que le soufre ne contient que le feu fixe et l'acide vitriolique, ce n'est pas en exclure l'eau, l'air, et la terre, puisque, dans la réalité, ces trois éléments s'y trouvent comme celui du feu.

Après ces réflexions, qui serviront de préservatif contre l'extension qu'on pourroit donner à ce que nous avons dit et à ce que nous dirons encore sur la nature du soufre, nous pourrons suivre les travaux de nos savants chimistes, et présenter les découvertes qu'ils ont faites sur ses autres propriétés. Ils ont trouvé moyen de faire du soufre artificiel semblable au soufre naturel, en combinant l'acide vitriolique avec le phlogistique ou feu fixe animé par l'air; ils ont observé que le soufre, qui dissout toutes les matières métalliques, à l'exception de l'or et du zinc, n'attaque point les pierres ni les autres matières terreuses, mais qu'étant uni à l'alcali, il devient, pour ainsi dire, le dissolvant général de toutes matières : l'or même ne lui résiste pas[1]; le zinc seul se refuse à toute combinaison avec le foie de soufre.

Les acides n'ont sur le soufre guère plus d'action que l'eau; mais tous les alcalis fixes ou volatils et les

1. Selon Stahl, ce fut au moyen du foie de soufre que Moïse réduisit en poudre le veau d'or, suivant les paroles de l'*Exode*, chap. 32,

matières calcaires l'attaquent, le dissolvent, et le rendent dissoluble dans l'eau. On a donné le nom de *foie de soufre* au composé artificiel du soufre et de l'alcali; mais ici, comme en tout le reste, notre art se trouve non seulement devancé, mais surpassé par la nature. Le foie de soufre est en effet une de ces combinaisons générales qu'elle a produites et produit même le plus continuellement et le plus universellement; car dans tous les lieux où l'acide vitriolique se rencontre avec les détriments des substances organisées, dont la putréfaction développe et fournit à la fois l'alcali et le phlogistique, il se forme du foie de soufre : on en trouve dans tous les cloaques, dans les terres des cimetières et des voiries, au fond des eaux croupies, dans les terres et pierres plâtreuses, etc.; et la formation de ce composé des principes du soufre unis à l'alcali nous offre la production du soufre même sous un nouveau point de vue.

En effet, la nature le produit non seulement par le moyen du feu au sommet des volcans et des autres fournaises souterraines, mais elle en forme incessamment par les effervescences particulières de toutes les matières qui en contiennent les principes. L'humidité est la première cause de cette effervescence : ainsi l'eau contribue, quoique d'une manière moins apparente et plus sourde, plus que le feu peut-être, à la production et au développement des principes du soufre; et ce soufre, produit par la voie humide, est de la même

vers. 20 : « Tulit vitulum quem fecerant, et combussit igne, contrivitque donec in pulverem redegit; postea sparsit in superficiem aquarum, et potavit filios Israel. Voyez son Traité intitulé *Vitulus aureus igne combustus*.

essence que le soufre produit par le feu des volcans, parce que la cause de leurs productions, quoique si différente en apparence, ne laisse pas d'être au fond la même. C'est toujours le feu qui s'unit à l'acide vitriolique, soit par l'inflammation des matières pyriteuses, soit par leur effervescence occasionée par l'humidité; car cette effervescence n'a pour cause que le feu renfermé dans l'acide, dont l'action lente et continue équivaut ici à l'action vive et brusque de la combustion et de l'inflammation.

Ainsi le soufre se produit sous nos yeux en une infinité d'endroits où jamais les feux souterrains n'ont agi[1]; et non seulement nous trouvons ce soufre tout formé partout où se sont décomposés les débris des substances du règne animal et végétal, mais nous sommes forcés d'en reconnoître la présence dans tous les lieux où se manifeste celle du foie de soufre, c'est-à-dire dans une infinité de substances minérales qui ne portent aucune empreinte de l'action des feux souterrains.

Le foie de soufre répand une odeur très fétide, et par laquelle on ne peut manquer de le reconnoître; son action n'est pas moins sensible sur une infinité de substances, et seul il fait autant et peut-être plus de dissolutions, de changements, et d'altérations dans le règne minéral que tous les acides ensemble. C'est par ce foie de soufre naturel, c'est-à-dire par le mélange de la décomposition des pyrites et des matières alcali-

1. On trouve en Franche-Comté des géodes sulfureuses qui contiennent un soufre tout formé, et produit, suivant toute apparence, par l'efflorescence des pyrites dans des lieux où elles auront en même temps éprouvé la chaleur de la putréfaction ou de la fermentation.

nes, que s'opère souvent la minéralisation des métaux. Il se mêle aussi aux substances terreuses et aux pierres calcaires : plusieurs de ces substances annoncent par leur odeur fétide la présence du foie de soufre; cependant les chimistes ignorent encore comment il agit sur elles.

Le foie de soufre, ou sa seule vapeur, noircit et altère l'argent; il précipite en noir tous les métaux blancs, il agit sur toutes les substances métalliques par la voie humide comme par la voie sèche : lorsqu'il est en liqueur et qu'on y plonge des lames d'argent, il les noircit d'abord et les rend bientôt aigres et cassantes; il convertit en un instant le mercure en éthiops, et la chaux de plomb en galène; il ternit sensiblement l'étain, il rouille le fer. Mais on n'a pas assez suivi l'ordre de ses combinaisons, soit avec les métaux, soit avec les terres; on sait seulement qu'il attaque le cuivre, et l'on n'a point examiné la composition qui résulte de leur union : on ne connoît pas mieux l'état dans lequel il réduit le fer par la voie sèche; on ignore quelle est son action sur les demi-métaux, et quels peuvent être les résultats de son mélange avec les matières calcaires par la voie humide comme par la voie sèche : néanmoins ces connoissances, que la chimie auroit dû nous donner, seroient nécessaires pour reconnoître clairement l'action du foie de soufre dans le sein de la terre, et ses différentes influences sur les substances tant métalliques que terreuses. On connoît mieux son action sur les substances animales et végétales; il dissout le charbon même par la voie humide, et cette dissolution est de couleur verte.

La nature a de tout temps produit et produit en-

core tous les jours du foie de soufre par la voie humide : la seule chaleur de la température de l'air ou de l'intérieur de la terre suffit pour que l'eau se corrompe, surtout l'eau qui se trouve chargée d'acide vitriolique, et cette eau putréfiée produit du vrai foie de soufre : toute autre putréfaction, soit des animaux ou des végétaux, donnera de même du foie de soufre dès qu'elle se trouvera combinée avec les sels vitrioliques. Ainsi le foie de soufre est une matière presque aussi commune que le soufre même; ses effets sont aussi plus fréquents, plus nombreux que ceux du soufre, qui ne peut se mêler avec l'eau qu'au moyen de l'alcali, c'est-à-dire en devenant foie de soufre.

Au reste, cette matière se décompose aussi facilement qu'elle se compose, et tout foie de soufre fournira du soufre en le mêlant avec un acide, qui, s'emparant des matières alcalines, en séparera le soufre et le laissera précipiter. On a seulement observé que ce soufre précipité par les acides minéraux est blanc, et que celui qui est précipité par les acides végétaux, et particulièrement par l'acide du vinaigre, est d'un jaune presque orangé.

On sépare le soufre de toutes les substances métalliques et de toutes les matières pyriteuses par la simple torréfaction : l'arsenic et le mercure sont les seuls qui, étant plus volatils que le soufre, se subliment avec lui, et ne peuvent en être séparés par cette opération, qu'il faut modifier et faire alors en vaisseaux clos avec des précautions particulières.

L'huile paroît dissoudre le soufre comme l'eau dissout les sels; les huiles grasses et par expression agissent plus promptement et plus puissamment que les

huiles essentielles, qui ne peuvent le dissoudre qu'avec le secours d'une chaleur assez forte pour le fondre; et malgré cette affinité très apparente du soufre avec les huiles, l'analyse chimique a démontré qu'il n'y a point d'huile dans la substance du soufre, et que dans aucune huile végétale ou animale il n'y a point d'acide vitriolique : mais lorsque cet acide se mêle avec les huiles, il forme les bitumes; et comme les charbons de terre et les bitumes en général sont les principaux aliments des feux souterrains, il est évident qu'étant décomposés par l'embrasement produit par les pyrites, l'acide vitriolique des pyrites et des bitumes s'unit à la substance du feu, et produit le soufre qui se sublime, se condense, et s'attache au haut de ces fournaises souterraines.

Nous donnerons ici une courte indication des différents lieux de la terre où l'on trouve du soufre en plus grande quantité et de plus belle qualité[1].

L'Islande est peut-être la contrée de l'univers où il y en a le plus, parce que cette île n'est pour ainsi dire qu'un faisceau de volcans. Le soufre des volcans de Kamtschatka, celui du Japon, de Ceylan, de Mindanao, de l'île *Jerun*, à l'entrée du golfe Persique; et

1. Le passage suivant de Pline indique quelques uns des lieux d'où les anciens tiroient le soufre, et prouve que dès lors le territoire de Naples étoit tout volcanique. « Mira, dit-il, sulphuris natura, quo » plurima domantur : nascitur in insulis Æoliis inter Siciliam et Ita- » liam, quas ardere diximus; sed nobilissimum in Melo insula. In Ita- » lia quoque invenitur, in Neapolitano Campanoque agro, collibus qui » vocantur *Leucogæi*. Ibi è cuniculis effossum perficitur igni. Genera » quatuor : vivum, quod Græci *apyron* vocant, nascitur solidum, hoc » est gleba... vivum effoditur, translucetque, et viret. Alterum genus » appellant *glebam*, fullonum tantum officinis familiare... *egula* voca- » tur hoc genus. Quarto autem ad ellychnia maxime conficienda. »

dans les mers occidentales celui du Pic-de-Ténériffe, de Saint-Domingue, etc., sont également connus des voyageurs. Il se trouve aussi beaucoup de soufre au Chili, et encore plus dans les montagnes du Pérou, comme dans presque toutes les montagnes à volcan. Le soufre de Quito et celui de la Guadeloupe passent pour être les plus purs, et l'on en voit des morceaux si beaux et si transparents qu'on les prendroit, au premier coup d'œil, pour de bel ambre jaune. Celui qui se recueille sur le Vésuve et sur l'Etna est rarement pur. Il en est de même du soufre que certaines eaux thermales, comme celles d'Aix-la-Chapelle et de plusieurs sources en Pologne, déposent en assez grande quantité : il faut purifier tous ces soufres, qui sont mélangés de parties hétérogènes, en les faisant fondre et sublimer pour les séparer de tout ce qu'ils ont d'impur.

Presque tout le soufre qui est dans le commerce vient des volcans, des solfatares, et autres cavernes et grottes qui se trouvent ou se sont trouvées au dessus des feux souterrains; et ce n'est guère que dans ces lieux que le soufre se présente en abondance et tout formé : mais ses principes existent en bien d'autres endroits; et l'on peut même dire qu'ils sont universellement répandus dans la nature, et produits partout où l'acide vitriolique, rencontrant les débris des substances organisées, s'est saisi et surchargé de leur feu fixe, et n'attend qu'une dernière action de cet élément pour se dégager des masses terreuses ou métalliques dans lesquelles il se trouve comme enseveli et emprisonné. C'est ainsi que les principes du soufre existent dans les pyrites, et que le soufre se forme par leur combustion; et partout où il y a des pyrites

on peut former du soufre : mais ce n'est que dans les contrées où les matières combustibles, bois ou charbons de terre, sont abondantes qu'on trouve quelque bénéfice à tirer le soufre des pyrites. On ne fait ce travail en grand que dans quelques endroits de l'Allemagne et de la Suède, où les mines de cuivre se présentent sous la forme de pyrites; on est forcé de les griller plusieurs fois pour en faire exhaler le soufre que l'on recueille comme le premier produit de ces mines. Le point essentiel de cette partie de l'exploitation des mines de cuivre est d'empêcher l'inflammation du soufre en même temps qu'on détermine son écoulement dans les bassins pour l'y recueillir; cependant il est encore alors impur et mélangé, et ce n'est que du *soufre brut* qu'il faut purifier en le séparant des parties terreuses ou métalliques qui lui restent unies. On procède à cette purification en faisant fondre ce soufre brut dans de grands vases à un feu modéré; les parties terreuses se précipitent, et le soufre pur surnage : alors on le verse dans des moules ou lingotières, dans lesquelles il prend la forme de canons ou de pains, sous laquelle on le connoît dans le commerce; mais ce soufre, quoique déjà séparé de la plus grande partie de ses impuretés, n'est ni transparent ni aussi pur que celui qui se trouve formé en cristaux sur la plupart des volcans. Ce soufre cristallisé doit sa transparence et sa grande pureté à la sublimation qui s'en est faite dans ces volcans; et, par la même raison, le soufre artificiel le plus pur, ou ce que l'on appelle *fleur de soufre*, n'est autre chose que du soufre sublimé en vaisseaux clos, et qui se présente en poudre ou fleur très pure, qui est un amas

de petits cristaux aiguillés et très fins, que l'œil, aidé de la loupe, y distingue.

DES SELS.

Les matières salines sont celles qui ont de la saveur. Mais d'où leur vient cette propriété qui nous est si sensible, et qui affecte les sens du goût, de l'odorat, et même celui du toucher? quel est ce principe salin? comment et quand a-t-il été formé? Il étoit certainement contenu et relégué dans l'atmosphère, avec toutes les autres matières volatiles, dans le temps de l'incandescence du globe : mais, après la chute des eaux et la dépuration de l'atmosphère, la première combinaison qui s'est faite dans cette sphère encore ardente a été celle de l'union de l'air et du feu; cette union a produit l'acide primitif : toutes les matières aqueuses, terreuses, ou métalliques, avec lesquelles cet acide a pu se combiner, sont devenues des substances salines; et comme cet acide s'est formé par la seule union de l'air avec le feu, il me paroît que ce premier acide, le plus simple et le plus pur de tous, est l'acide aérien, auquel les chimistes récents ont donné le nom d'*acide méphitique*, qui n'est que de l'air fixe, c'est-à-dire de l'air fixé par le feu.

Cet acide primitif est le premier principe salin; il a produit tous les autres acides et alcalis : il n'a pu se combiner d'abord qu'avec les verres primitifs, puisque les autres matières n'existoient pas encore; par son

union avec cette terre vitrifiée il a pris plus de masse et acquis plus de puissance, et il est devenu *acide vitriolique*, qui, étant plus fixe et plus fort, s'est incorporé avec toutes les substances qu'il a pu pénétrer. L'acide aérien, plus volatil, se trouve universellement répandu, et l'acide vitriolique réside principalement dans les argiles et autres détriments des verres primitifs; il s'y manifeste sous la forme d'alun : ce second acide a aussi saisi dans quelques lieux les substances calcaires, et a formé les gypses; il a saisi la plupart des minéraux métalliques, et leur a causé de grandes altérations; il en a pour ainsi dire converti quelques uns dans sa propre substance, en leur donnant la forme du vitriol.

En second lieu, l'acide primitif, que je désignerai dorénavant par le nom d'*acide aérien*, s'est uni avec les matières métalliques qui, comme les plus pesantes, sont tombées les premières sur le globe vitrifié; et en agissant sur ces minerais métalliques, il a formé l'acide arsenical ou l'arsenic, qui, ayant encore plus de masse que le vitriolique, a aussi plus de force, et de tous est le plus corrosif : il se présente dans la plupart des mines dont il a minéralisé et corrompu les substances.

Ensuite, mais plusieurs siècles après, cet acide primitif, en s'unissant à la matière calcaire, a formé l'*acide marin*, qui est moins fixe et plus léger que l'acide vitriolique, et qui, par cette raison, s'est plus universellement répandu, et se présente sous la forme de sel gemme dans le sein de la terre, et sous celle de sel marin dans l'eau de toutes les mers : cet acide marin n'a pu se former qu'après la naissance des coquillages,

puisque la matière calcaire n'existoit pas auparavant.

Peu de temps après, ce même acide aérien et primitif est entré dans la composition de tous les corps organisés; et se combinant avec leurs principes, il a formé, par la fermentation, les acides animaux et végétaux, et l'*acide nitreux* par la putréfaction de leurs détriments : car il est certain que cet acide aérien existe dans toutes les substances animales ou végétales, puisqu'il s'y manifeste sous sa forme primitive d'air fixe; et comme on peut le retirer sous cette même forme tant de l'acide nitreux que des acides vitriolique et marin, et même de l'arsenic, on ne peut douter qu'il ne fasse partie constituante de tous ces acides, qui ne sont que secondaires, et qui, comme l'on voit, ne sont pas simples, mais composés de cet acide primitif différemment combiné, tant avec la matière brute qu'avec les substances organisées.

Cet acide primitif réside dans l'atmosphère et y réside en grande quantité sous sa forme active; il est le principe et la cause de toute les impressions qu'on attribue aux éléments humides; il produit la rouille du fer, le vert-de-gris du cuivre, la céruse du plomb, etc., par l'action qu'il donne à l'humidité de l'air : mêlé avec les eaux pures, il les rend acides ou acidules, il aigrit les liqueurs fermentées; avec le vin il forme le vinaigre : enfin il me paroît être le seul et vrai principe non seulement de tous les acides, mais de tous les alcalis, tant minéraux que végétaux et animaux.

On peut le retirer du *natron*, ou alcali qu'on appelle *minéral*, ainsi que de l'alcali fixe végétal, et encore plus abondamment de l'alcali volatil, en sorte qu'on doit réduire tous les acides et tous les alcalis à

un seul principe salin ; et ce principe est l'acide aérien, qui a été le premier formé, et qui est le plus simple, le plus pur de tous, et le plus universellement répandu : cela me paroît d'autant plus vrai que nous pouvons, par notre art, rappeler à cet acide tous les autres acides, ou du moins les rapprocher de sa nature, en les dépouillant, par des opérations appropriées, de toutes les matières étrangères avec lesquelles ils se trouvent combinés dans ces sels ; et que de même il n'est pas impossible de ramener les alcalis à l'état d'acide en les séparant des substances animales et végétales, avec lesquelles tout alcali se trouve toujours uni ; car quoique la chimie ne soit pas encore parvenue à faire cette conversion ou ces réductions, elle en a assez fait pour qu'on puisse juger par analogie de leur possibilité. Le plus ingénieux des chimistes, le célèbre Stahl, a regardé l'acide vitriolique comme l'acide universel, et comme le seul principe salin ; c'est la première idée d'après laquelle il a voulu établir sa théorie des sels : il a jugé que quoique la chimie n'ait pu jusqu'à ce jour ramener démonstrativement les alcalis à l'acide, c'est-à-dire résoudre ce que la nature a combiné, il ne falloit s'en prendre qu'à l'impuissance de nos moyens. Rien n'est mieux vu ; ce grand chimiste a ici consulté la simplicité de la nature : il a senti qu'il n'y avoit qu'un principe salin ; et comme l'acide vitriolique est le plus puissant des acides, il s'est cru fondé à le regarder comme l'acide primitif. C'étoit ce qu'il pouvoit penser de mieux dans un temps où l'on n'avoit que des idées confuses de l'acide aérien, qui est non seulement plus simple, mais plus universel que l'acide vi-

triolique ; mais lorsque cet habile homme a prétendu que son acide universel et primitif n'est composé que *de terre et d'eau*, il n'a fait que mettre en avant une supposition dénuée de preuves et contraire à tous les phénomènes, puisque de fait l'air et le feu entrent peut-être plus que la terre et l'eau dans la substance de tout acide, et que ces deux éléments constituent seuls l'essence de l'acide primitif.

Des quatre éléments qui sont les vrais principes de tous les corps, le feu est seul actif; et lorsque l'air, la terre, et l'eau, exercent quelque impression, ils n'agissent que par le feu qu'ils renferment, et qui seul peut leur donner une puissance active : l'air, surtout, dont l'essence est plus voisine de celle du feu que celle des deux derniers éléments, est aussi plus actif. L'atmosphère est le réceptacle général de toutes les matières volatiles; c'est aussi le grand magasin de l'acide primitif; et d'ailleurs tout acide considéré en lui-même, surtout lorsqu'il est concentré, c'est-à-dire séparé, autant qu'il est possible, de l'eau et de la terre, nous présente les propriétés du feu animé par l'air : la corrosion par les acides minéraux n'est-elle pas une espèce de brûlure? la saveur acide, amère, ou acre de tous les sels, n'est-elle pas un indice certain de la présence et de l'action d'un feu qui se développe dès qu'il peut, avec l'air, se dégager de la base aqueuse ou terreuse à laquelle il est uni? et cette saveur, qui n'est que la mise en liberté de l'air et du feu, ne s'opère-t-elle que par le contact de l'eau et de toute matière aqueuse, telle que la salive, et même par l'humidité de la peau? Le sels ne sont donc corrosifs et même sapides que par le feu et l'air qu'ils

contiennent. Cette vérité peut se démontrer encore par la grande chaleur que produisent tous les acides minéraux dans leur mélange avec l'eau, ainsi que par leur résistance à l'action de la forte gelée. La présence du feu et de l'air dans le principe salin me paroît donc très évidemment démontrée par les effets, quand même on regarderoit avec Stahl l'acide vitriolique comme l'acide primitif et le premier principe salin ; car l'air s'en dégage en même temps que le feu par l'intermède de l'eau, comme dans la pyrite, et cette action de l'humidité produit non seulement de la chaleur, mais une espèce de flamme intérieure et de feu réellement actif, qui brûle en corrodant toutes les substances auxquelles l'acide peut s'unir ; et ce n'est que par le moyen de l'air que le feu contracte cette union avec l'eau.

L'acide aérien altère aussi tous les sucs extraits des végétaux ; il produit le vinaigre et le tartre ; il forme dans les animaux l'acide auquel on a donné le nom d'*acide phosphorique*. Ces acides des végétaux et des animaux, ainsi que tous ceux qu'on pourroit regarder comme intermédiaires, tels que l'acide des citrons, des grenades, de l'oseille, et ceux des fourmis, de la moutarde, etc., tirent également leur origine de l'acide aérien modifié dans chacune de ces substances par la fermentation, ou par le mélange d'une plus ou moins grande quantité d'huile ; et même les substances dont la saveur est douce, telles que le sucre, le miel, le lait, etc., ne diffèrent de celles qui sont aigres et piquantes, comme les citrons, le vinaigre, etc., que par la quantité et la qualité du mucilage et de l'huile qui enveloppe l'acide ; car leur prin-

cipe salin est le même; et toutes leurs saveurs, quoique si différentes, doivent se rapporter à l'acide primitif, et à son union avec l'eau, l'huile, et la terre mucilagineuse des substances animales et végétales.

On adoucit tous les acides, et même l'acide vitriolique, en les mêlant aux substances huileuses, et particulièrement à l'esprit-de-vin; et c'est dans cet état huileux, mucilagineux, et doux, que l'acide aérien se trouve dans plusieurs substances végétales, et dans les fruits dont l'acidité ou la saveur plus douce ne dépend que de la quantité d'eau, d'huile et de terre atténuée et mucilagineuse dans lesquelles cet acide se trouve combiné. L'acide animal appartient aux végétaux comme aux animaux; car on le tire de la moutarde et de plusieurs autres plantes, aussi bien que des insectes et autres animaux : on doit donc en inférer que les acides animaux et les acides végétaux sont les mêmes, et qu'ils ne diffèrent que par la quantité ou la qualité des matières avec lesquelles ils sont mêlés; et, en les examinant en particulier, on verra bien que le vinaigre, par exemple, et le tartre étant tous deux des produits du vin, leurs acides ne peuvent différer essentiellement; la fermentation a seulement plus développé celui du vinaigre, et l'a même rendu volatil et presque spiritueux. Ainsi tous les acides des animaux ou des végétaux, et même les acerbes, qui ne sont que des acides mêlés d'une huile amère, tirent leur première origine de l'acide aérien.

Les acides minéraux sont beaucoup plus forts que les acides animaux et végétaux. « Ces derniers acides, dit M. Macquer, retiennent toujours de l'huile, *au lieu que les acides minéraux n'en contiennent point du*

tout. » Il me semble que cette dernière assertion doit être interprétée ; car il faut reconnoître que si les acides minéraux, dans leur état de pureté, ne contiennent aucune huile, il peuvent, en passant à l'état de sel, par leur union avec diverses terres, se charger en même temps de parties huileuses ; et en effet la matière grasse des sels dans les *eaux-mères* paroît être une substance huileuse, puisqu'elle se réduit à l'état charbonneux par la combustion. Les sels minéraux contiennent donc une huile qui paroît leur être essentielle ; et celle qui se trouve de plus dans les acides tirés des animaux et des végétaux ne leur est qu'accessoire. C'est probablement par l'affinité de cette matière grasse avec les huiles végétales et les graisses animales, que l'acide minéral peut se combiner dans les végétaux et dans les animaux.

Les acides et les alcalis sont des principes salins, mais ne sont pas des sels : on ne les trouve nulle part dans leur état pur et simple, et ce n'est que quand ils sont unis à quelque matière qui puisse leur servir de base, qu'ils prennent la forme de sel, et qu'ils doivent en porter le nom ; cependant les chimistes les ont appelés *sels simples*, et ils ont nommé *sels neutres* les vrais sels. Je n'ai pas cru devoir employer cette dénomination, parce qu'elle n'est ni nécessaire ni précise ; car si l'on appelle *sel neutre* tout sel dont la base est une et simple, il faudra donner le nom d'*hépar* aux sels dont la base n'est pas simple, mais composée de deux matières différentes, et donner un troisième, quatrième, cinquième nom, etc., à ceux dont la base est composée de deux, trois, quatre, etc., matières différentes. C'est là le défaut de toutes les

nomenclatures méthodiques; elles sont forcées de disparoître dès que l'on veut les appliquer aux objets réels de la nature.

Nous donnerons donc le nom de *sel* à toutes les matières dans lesquelles le principe salin est entré, et qui ont une saveur sensible; et nous ne présenterons d'abord que les sels qui sont formés par la nature, soit en masses solides dans le sein de la terre, soit en dissolution dans l'air et dans l'eau. On peut appeler *sels fossiles* ceux qu'on tire de la terre : les vitriols, l'alun, la sélénite, le natron, l'alcali fixe végétal, le sel marin, le nitre, le sel ammoniac, le borax, et même le soufre et l'arsenic, sont tous des sels formés par la nature. Nous tâcherons de reconnoître leur origine et d'expliquer leur formation, en nous aidant des lumières que la chimie a répandues sur cet objet plus que sur aucun autre, et les réunissant aux faits de l'histoire naturelle qu'on ne doit jamais en séparer.

La nature nous offre en stalactites les vitriols du fer, du cuivre, et du zinc; l'alun en filets cristallisés; la sélénite en gypse aussi cristallisé; le natron en masse solide et pure, ou simplement mêlé de terre; le sel marin en cristaux cubiques et en masses immenses; le nitre en efflorescences cristallisées; le sel ammoniac en poudre sublimée par les feux souterrains; le borax en eau gélatineuse, et l'arsenic en terre métallique. Elle a d'abord formé l'acide aérien par la seule et simple combinaison de l'air et du feu : cet acide primitif s'étant ensuite combiné avec toutes les matières terreuses et métalliques a produit l'acide vitriolique avec la terre vitrifiable, l'arsenic avec les matières métalliques, l'acide marin avec les substances

calcaires, l'acide nitreux avec les détriments putréfiés des corps organisés ; il a de même produit les alcalis par la végétation, l'acide du tartre et du vinaigre par la fermentation ; enfin il est entré sous sa propre forme dans tous les corps organisés. L'air fixe que l'on tire des matières calcaires, celui qui s'élève par la première fermentation de tous les végétaux, ou qui se forme par la respiration des animaux, n'est que ce même acide aérien qui se manifeste aussi par sa saveur dans les eaux acidules, dans les fruits, les légumes, et les herbes : il a donc produit toutes les substances salines ; il s'est étendu sur tous les règnes de la nature ; il est le premier principe de toute saveur, et, relativement à nous, il est pour l'organe du goût ce que la lumière et les couleurs sont pour le sens de la vue.

Et les odeurs, qui ne sont que des saveurs plus fines, et qui agissent sur l'odorat, qui n'est qu'un sens de goût plus délicat, proviennent aussi de ce premier principe salin, qui s'exhale en parfums agréables dans la plupart des végétaux, et en mauvaise odeur dans certaines plantes et dans presque tous les animaux : il s'y combine avec leurs huiles grossières ou volatiles ; il s'unit à leur graisse, à leurs mucilages ; il s'élabore avec leur sève et leur sang ; il se transforme en acides aigres, acerbes ou doux, en alcalis fixes ou volatils, par le travail de l'organisation auquel il a grande part ; car c'est, après le feu, le seul agent de la nature, puisque c'est par ce principe salin que tous les corps acquièrent leurs propriétés actives, non seulement sur nos sens vivants du goût et de l'odorat, mais encore sur les matières brutes et mortes, qui ne peuvent être attaquées et dissoutes que par le feu ou par

ce principe salin. C'est le ministre secondaire de ce grand et premier agent qui, par sa puissance sans bornes, brûle, fond ou vitrifie toutes les substances passives, que le principe salin, plus foible et moins puissant, ne peut qu'attaquer, entamer, et dissoudre, et cela parce que le feu y est tempéré par l'air auquel il est uni, et que quand il produit de la chaleur ou d'autres effets semblables à ceux du feu, c'est qu'on sépare cet élément de la base passive dans laquelle il étoit renfermé.

Tous les sels dissous dans l'eau se cristallisent en forme assez régulière, par une évaporation lente et tranquille; mais lorsque l'évaporation de l'eau se fait trop promptement, ou qu'elle est troublée par quelque mouvement extérieur, les cristaux salins ne se forment qu'imparfaitement et se groupent confusément. Les différents sels donnent des cristaux de figures différentes : ils se produisent principalement à la surface du liquide, à mesure qu'il s'évapore; ce qui prouve que l'air contribue à leur formation, et qu'elle ne dépend pas uniquement du rapprochement des parties salines qui s'unissent à la vérité par leur attraction mutuelle, mais qui ont besoin pour cela d'être mises en liberté parfaite : or elles n'obtiennent cette liberté entière qu'à la surface du liquide, parce que sa résistance augmente avec sa densité par l'évaporation, en sorte que les parties salines se trouvent à la vérité plus voisines par la diminution du volume du liquide, mais elles ont en même temps plus de peine à vaincre sa résistance, qui augmente dans la même proportion que ce volume diminue : et c'est par cette raison que toutes les cristallisations des sels

s'opèrent plus efficacement et plus abondamment à la surface qu'à l'intérieur du liquide en évaporation.

Lorsque l'on a tiré par ce moyen tout le sel en cristaux que le liquide chargé de sel peut fournir, il en reste encore dans l'*eau-mère ;* mais ce sel y est si fort engagé avec la matière grasse, qu'il n'est plus susceptible de rapprochement de cristallisation ; et même si cette matière grasse est en très grande quantité, l'eau ne peut plus en dissoudre le sel : cela prouve que la solubilité dans l'eau n'est pas une propriété inhérente et essentielle aux substances salines.

Il en est du caractère de la cristallisation comme de celui de la solubilité : la propriété de se cristalliser n'est pas plus essentielle aux sels que celle de se dissoudre dans l'eau ; et l'un de nos plus judicieux physiciens, M. de Morveau, a eu raison de dire « que la saveur est le seul caractère distinctif des sels, et que les autres propriétés qu'on a voulu ajouter à celle-ci, pour perfectionner leur définition, n'ont servi qu'à rendre plus incertaines les limites que l'on vouloit fixer..., la solubilité par l'eau ne convenant pas plus aux sels qu'à la gomme et à d'autres matières. Il en est de même de la cristallisation, puisque tous les corps sont susceptibles de se cristalliser en passant de l'état liquide à l'état solide ; il en est encore de même, ajoute-t-il, de la qualité qu'on suppose aux sels de n'être point combustibles par eux-mêmes ; car dans ce cas le nitre ammoniacal ne seroit plus un sel. »

Nos définitions, qui pèchent si souvent par défaut, pèchent aussi, comme l'on voit, quelquefois par excès ; l'un nuit au complément, et l'autre à la précision de l'idée qui représente la chose ; et les énumé-

rations qu'on se permet de faire en conséquence de cette extension des définitions nuisent encore plus à la netteté de nos vues, et s'opposent au libre exercice de l'esprit, en le surchargeant de petites idées particulières, souvent précaires, en lui présentant des méthodes arbitraires qui l'éloignent de l'ordre réel des choses, et enfin en l'empêchant de s'élever au point de pouvoir généraliser les rapports que l'on doit en tirer. Quoiqu'on puisse donc réduire tous les sels de la nature à un seul principe salin, et que ce principe primitif soit, selon moi, l'acide aérien, la nombreuse énumération qu'on a faite des sels sous différents noms ne pouvoient manquer de s'opposer à cette vue générale : on a cru jusqu'au temps de Stahl, et plusieurs chimistes croient encore, que les principes salins dans l'acide nitreux et dans l'acide marin sont très différents de l'acide vitriolique, et que ces mêmes principes sont non seulement différents, mais opposés et contraires dans les acides et dans les alcalis; or n'est-ce pas admettre autant de causes qu'il y a d'effets dans un même ordre de choses? c'est donner la nomenclature pour la science, et substituer la méthode au génie.

De la même manière qu'on a fait et compté trois sortes d'acides relativement aux trois règnes, les acides minéraux, végétaux, et animaux, on compte aussi trois sortes d'alcalis, le minéral, le végétal, et l'animal; et néanmoins ces trois alcalis doivent se réduire à un seul, et même l'alcali peut aussi se ramener à l'acide, quoiqu'ils paroissent opposés, et qu'ils agissent violemment l'un contre l'autre.

Nous ne suivrons donc pas, en traitant des sels, l'énumération très nombreuse qu'on en a faite en chimie,

d'autant que chaque jour ce nombre peut augmenter, et que les combinaisons qui n'ont pas encore été tentées pourroient donner de nouveaux résultats salins dont la formation, comme celle de la plupart des autres sels, ne seroit due qu'à notre art; nous nous contenterons de présenter les divisions générales, en nous attachant particulièrement aux sels que nous offre la nature, soit dans le sein et à la surface de la terre, soit au sommet de ses volcans [1].

1. Si l'on veut se satisfaire à cet égard, on peut consulter la table ci-jointe, que mon illustre ami, M. de Morveau, vient de publier. Cette nomenclature, quoique très abrégée, paroîtra néanmoins encore assez nombreuse.

TABLEAU *de nomenclature chimique, contenant les principales dénominations analogiques, et des exemples de formation des noms composés.*

RÈGNES.	ACIDES.	NOMS GÉNÉRIQUES des sels.
MINÉRAL...	Méphitique, *ou* air fixe.	Méphites.
	Vitriolique.	Vitriols.
	Nitreux.	Nitres.
	Muriatique, *ou* du sel marin. . . .	Muriates.
	Régalin.	Régaltes.
	Arsenical.	Arseniates.
	Boracin, *ou* sel sédatif.	Borax.
	Fluorique, *ou* du spath fluor. . . .	Fluors.
VÉGÉTAL....	Acéteux, *ou* vinaigre.	Acètes.
	Tartareux, *ou* du tartre.	Tartres.
	Oxalin. *ou* de l'oscille.	Oxaltes.
	Saccharin, *ou* du sucre.	Sacchartes.
	Citrin, *ou* du citron.	Citrates.
	Lignique, *ou* du bois.	Lignites.
ANIMAL....	Phosphorique.	Phosphates.
	Formicin, *ou* des fourmis.	Formiates.
	Sebacé, *ou* du suif.	Sébates.
	Galactique, *ou* du lait.	Galactes.

Nous venons de voir que la première division des acides et des alcalis en minéraux, végétaux, et ani-

BASES OU SUBSTANCES qui s'unissent aux acides.	EXEMPLES pour la classe des vitriols.	EXEMPLES. pris de diverses classes.
Phlogistique.	Soufre vitriolique, *ou* soufre commun.	Soufre méphitique, *ou* plombagine.
Alumine, *ou* terre de l'argile.	Vitriol alumineux, *ou* alun.	Nitre alumineux.
Calce, *ou* terre calcaire.	Vitriol calcaire, *ou* sélénite.	Muriate calcaire.
Magnésie.	Vitriol magnésien, *ou* sel d'Epsom.	Acète de magnésie.
Barote, *ou* terre de spath pesant.	Vitriol barotique, *ou* spath pesant.	Tartre barotique.
Potasse, *ou* alcali fixe végétal.	Vitriol de potasse, *ou* tartre vitriolé.	Arseniate de potasse.
Soude, *ou* alcali fixe minéral.	Vitriol de soude, *ou* sel de Glauber.	Borax de soude, *ou* borax commun.
Ammoniac, *ou* alcali volatil.	Vitriol ammoniacal.	Fluor ammoniacal.
Or.	Vitriol d'or.	Régalte d'or.
Argent.	Vitriol d'argent.	Oxalte d'argent.
Platine.	Vitriol de platine.	Saccharte de platine.
Mercure.	Vitriol de mercure.	Citrate de mercure.
Cuivre.	Vitriol de cuivre, *ou* vitriol de Chypre.	Lignite de cuivre.
Plomb.	Vitriol de plomb.	Phosphate de plomb.
Étain.	Vitriol d'étain.	Formiate d'étain.
Fer.	Vitriol de fer, *ou* couperose verte.	Sébaste martial.
Antimoine (au lieu de régule d').	Vitriol antimonial.	Muriate antimonial, *ou* beurre d'antimoine.
Bismuth.	Vitriol de bismuth.	Galacte de bismuth.
Zinc.	Vitriol de zinc, *ou* couperose blanche.	Borax de zinc.
Arsenic.	Vitriol d'arsenic.	Muriate d'arsenic.
Cobalt.	Vitriol de cobalt.	Saccharte de cobalt.
Nickel.	Vitriol de nickel.	Formiate de nickel.
Manganèse.	Vitriol de manganèse.	Oxalte de manganèse.
Esprit-de-vin.	Éther vitriolique.	Éther lignique, *ou* éther de Goettling, etc., etc.

Les dix-huit acides, les vingt-quatre bases, et les produits de leur

maux, est plutôt une partition nominale qu'une division réelle, puisque tous ne sont au fond que la même substance saline qui, seule et sans secours, entre dans les végétaux et les animaux, et qui attaque aussi la plupart des matières vitrifiables, calcaires, et métalliques; ce n'est que relativement à ce dernier effet qu'on lui a donné le nom d'*acide minéral;* et comme cette division en acides minéraux, végétaux, et animaux, a été universellement adoptée, je ne sais pourquoi l'on n'a pas rappelé l'acide nitreux à l'acide végétal et animal, puisqu'il n'est produit que par la putréfaction des corps organisés : cependant on le compte parmi les acides minéraux, parce qu'il est le plus puissant après l'acide vitriolique; mais cette puissance même et ses autres propriétés me semblent démontrer que c'est toujours le même acide, c'est-à-dire l'acide aérien, qui a passé par les végétaux et par les animaux dans lesquels il s'est exalté avec la matière du feu par la fermentation putride de leurs corps, et que c'est par ces combinaisons multipliées qu'il a pris tous les caractères particuliers qui le distinguent des autres acides.

Dans les végétaux, lorsque l'acide aérien se trouve mêlé d'huile douce, ou enveloppé de mucilage, sa saveur est agréable et sucrée : l'acide des fruits, du raisin, par exemple, ne prend de l'aigreur que par la fermentation, et néanmoins tous les sels tirés des végétaux contiennent de l'acide, et ils ne diffèrent en-

union, forment ainsi quatre cent soixante-quatorze dénominations claires et méthodiques, indépendamment des *hépars*, ou composés à trois parties, dont les noms viennent encore dans ce système, comme *hépar de soude*, *hépar ammoniacal*, *pyrite d'argent*, etc., etc.

tre eux que par les qualités qu'ils acquièrent en fermentant et qu'ils empruntent de l'air en se joignant à l'acide qu'il contient ; et de même que tous les acides végétaux aigres ou doux, acerbes ou sucrés, ne prennent ces saveurs différentes que par les premiers effets de la fermentation, l'acide nitreux n'acquiert ses qualités caustiques et corrosives que par cette même fermentation portée au dernier degré, c'est-à-dire à la putréfaction : seulement nous devons observer que l'acine animal entre peut-être autant et plus que le végétal dans le nitre ; car comme cet acide subit encore de nouvelles modifications en passant du végétal à l'animal, et que tous deux se trouvent réunis dans les matières putréfiées, ils s'y rassemblent, s'exaltent ensemble, et, se combinant avec l'alcali fixe végétal, ils forment le nitre dont l'acide, malgré toutes ces transformations, n'en est pas moins essentiellement le même que l'acide aérien.

Tous les acides tirent donc leur première origine de l'acide aérien, et il me semble qu'on ne pourra guère en douter si l'on pèse toutes les raisons que je viens d'exposer, et auxquelles je n'ajouterai qu'une considération qui est encore de quelque poids. On conserve tous les acides, même les plus forts et les plus concentrés, dans des flacons ou vaisseaux de verre; ils entameroient toute autre matière ; or, dans les premiers temps, le globe entier n'étoit qu'une masse de verre sur laquelle les acides minéraux, s'ils eussent existé, n'auroient pu faire aucune impression, puisqu'ils n'en font aucune sur notre verre : l'acide aérien, au contraire, agit sur le verre et peu à peu l'entame, l'exfolie, le décompose, et le réduit en terre; par

conséquent cet acide est le premier et le seul qui ait agi sur la masse vitreuse du globe; et comme il étoit alors aidé d'une forte chaleur, son action en étoit d'autant plus prompte et plus pénétrante; il a donc pu, en se mêlant intimement avec la terre vitrifiée, produire l'acide vitriolique qui n'a plus d'action sur cette même terre, parce qu'il en contient et qu'elle lui sert de base : dès lors cet acide, le plus fort et le plus puissant de tous, n'est néanmoins ni le plus simple de tous ni le premier formé; il est le second dans l'ordre de formation, l'arsenic est le troisième, l'acide marin le quatrième, etc., parce que l'acide primitif aérien n'a d'abord pu saisir que la terre vitrifiée, ensuite la terre métallique[1], puis la terre calcaire, etc., à mesure et dans le même ordre que ces matières se sont établies sur la masse du globe vitrifié : je dis à mesure et dans le même ordre, parce que les matières métalliques sont tombées les premières de l'atmosphère où elles étoient reléguées et étendues en vapeurs; elles ont rempli les interstices et les fentes du quartz et des autres verres primitifs, où l'acide aérien les ayant saisies a produit l'acide arsenical; ensuite, après la production et la multiplication des coquillages, les matières calcaires formées de leurs débris se sont établies, et l'acide aérien les ayant pénétrées a produit l'acide marin, et successivement les autres acides et les alcalis après la naissance des animaux et des végétaux; enfin la production des acides et des alcalis a nécessairement précédé la formation des sels, qui tous supposent la combinaison de ces mêmes aci-

1. Les mines spathiques et les malachites contiennent notamment une très grande quantité d'acide aérien.

des ou alcalis avec une matière terreuse ou métallique, laquelle leur sert de base et contient toujours une certaine quantité d'eau qui entre dans la cristallisation de tous les sels; en sorte qu'ils sont beaucoup moins simples que les acides ou alcalis, qui seuls sont les principes de leur essence saline.

Ceci étoit écrit, ainsi que la suite de cette histoire naturelle des sels, et j'étois sur le point de livrer cette partie de mon ouvrage à l'impression, lorsque j'ai reçu (au mois de juillet de cette année 1782), de la part de M. le chevalier *Marsilio Landriani*, de Milan, le troisième volume de ses opuscules *physico-chimiques*, dans lequel j'ai vu, avec toute satisfaction, que cet illustre et savant physicien a pensé comme moi sur l'acide primitif : il dit expressément « que l'acide universel, élémentaire, primitif, dans lequel peuvent se résoudre tous les acides connus jusqu'à ce jour, est l'acide *méphitique*, cet acide qui étant combiné avec la chaux vive l'adoucit et la *neutralise*, qui mêlé avec les eaux les rend acidules et pétillantes; c'est l'*air fixe* de Black, le *gaz méphitique* de Macquer, l'*acide atmosphérique* de Bergman. »

M. le chevalier Landriani prouve son assertion par des expériences ingénieuses; il a pensé avec notre savant académicien, M. Lavoisier, que l'air fixe, ou l'acide méphitique, se forme par la combinaison de l'air et du feu, et il conclut par dire : « Il me paroît hors de doute, 1° que l'air déphlogistiqué, au moment qu'il s'élève des corps capables de le produire, se change en air fixe, s'il est surpris par le phlogistique dans le moment de sa formation;

» 2° Que comme il ré ulte des expériences que les

acides nitreux, vitriolique, marin, phosphorique, arsenical, unis à certaines terres, peuvent se changer en air déphlogistiqué, lequel de son côté peut aisément se convertir en air fixe; et comme d'autre part l'acide du sucre, celui de la crème de tartre, celui du vinaigre, celui des fourmis, etc., peuvent aussi aisément se convertir en air fixe par le moyen de la chaleur, il est assez démontré que tous les acides peuvent être convertis en air fixe, et que cet air fixe est peut-être l'acide universel, comme étant le plus commun et se rencontrant le plus fréquemment dans les diverses productions de la nature. »

Je suis sur tout cela du même avis que M. le chevalier Landriani, et je n'ai d'autre mérite ici que d'avoir reconnu, d'après mon système général sur la formation du globe, que le plus pur et le plus simple des acides avoit dû se former le premier par la combinaison de l'air et du feu, et que par conséquent on devoit le regarder comme l'acide primitif dont tous les autres ont tiré leur origine : mais je n'étois pas en état de démontrer par les faits, comme ce savant physicien vient de le faire, que tous les acides, de quelque espèce qu'ils soient, peuvent être convertis en cet acide primitif, ce qui confirme victorieusement mon opinion; car cette conversion des acides doit être réciproque et commune, en sorte que tous les acides ont pu être formés par l'acide aérien, puisque tous peuvent être ramenés à la nature de cet acide.

Il me paroît donc plus certain que jamais, tant par ma théorie que par les expériences de M. Landriani, que l'acide aérien, c'est-à-dire l'air fixe ou fixé par le feu, est vraiment l'acide primitif, et le premier

principe salin dont tous les autres acides et alcalis tirent leur origine ; et cet acide, uniquement composé d'air et de feu, n'a pu former les autres substances salines qu'en se combinant avec la terre et l'eau : aussi tous les autres acides contiennent de la terre et de l'eau ; et la quantité de ces deux éléments est plus grande dans tous les sels que celle de l'air et du feu ; ils prennent différentes formes selon les doses respectives des quatre éléments, et selon la nature de la terre qui leur sert de base ; et comme la proportion de la quantité des quatre éléments dans les principes salins, et la qualité différente de la terre qui sert de base à chaque sel, peuvent toutes se combiner les unes avec les autres, le nombre des substances salines est si grand, qu'il ne seroit guère possible d'en faire une exacte énumération : d'ailleurs toutes les combinaisons salines faites par l'art de la chimie ne doivent pas être mises sur le compte de la nature ; nos premières considérations doivent donc tomber sur les sels qui se forment naturellement soit à la surface, soit à l'intérieur de la terre : nous les examinerons séparément, et les présenterons successivement en commençant par les sels vitrioliques.

ACIDE VITRIOLIQUE

ET VITRIOLS.

Cet acide est absolument sans odeur et sans couleur ; il ressemble à cet égard parfaitement à l'eau : néanmoins sa substance n'est pas aussi simple, ni même, comme le dit Sthal, uniquement composée des seuls éléments de la terre et de l'eau ; il a été formé par l'acide aérien, il en contient une grande quantité, et sa substance est réellement composée d'air et de feu unis à la terre vitrifiable, et à une très petite quantité d'eau qu'on lui enlève aisément par la concentration ; car il perd peu à peu sa liquidité par la grande chaleur, et peut prendre une forme concrète[1] par la longue application d'un feu violent : mais, dès qu'il est concentré, il attire puissamment l'humidité de

1. Quelques chimistes ont donné le nom d'*huile de vitriol glaciale* à cet acide concentré au point d'être sous forme concrète. A mesure qu'on le concentre, il perd de sa fluidité, il file et paroît gras au toucher comme l'huile : on l'a, par cette raison, nommé *huile de vitriol*, mais très improprement ; car il n'a aucun caractère spécifique des huiles, ni l'inflammabilité. Le toucher gras de ce liquide semble provenir, comme celui du mercure, du grand rapprochement de ses parties ; et c'est en effet, après le mercure, le liquide le plus dense qui nous soit connu : aussi, lorsqu'il est soumis à la violente action du feu, il prend une chaleur beaucoup plus grande que l'eau et que tout autre liquide ; et comme il est peu volatil et point inflammable, il a l'apparence d'un corps solide pénétré de feu et presque en incandescence.

l'air, et par l'addition de cette eau il acquiert plus de volume; il perd en même temps quelque chose de son activité saline : ainsi l'eau ne réside dans cet acide épuré qu'en très petite quantité, et il n'y a de terre qu'autant qu'il en faut pour servir de base à l'air et au feu qui sont fortement et intimement unis à cette matière vitrifiable.

Au reste, cet acide et les autres acides minéraux ne se trouvent pas dans la nature seuls et dégagés, et on ne peut les obtenir qu'en les tirant des substances avec lesquelles ils se sont combinés, et des corps qui les contiennent. C'est en décomposant les pyrites, les vitriols, le soufre, l'alun, et les bitumes, qu'on obtient l'acide vitriolique[1] : toutes ces matières en sont plus ou moins imprégnées; toutes peuvent aussi lui servir de base; et il forme avec elles autant de différents sels, desquels on le retire toujours sous la même forme et sans altération.

On a donné le nom de *vitriol* à trois sels métalliques formés par l'union de l'acide vitriolique avec le fer, le cuivre, et le zinc; mais on pourroit, sans abuser du nom, l'étendre à toutes les substances dans lesquelles la présence de l'acide vitriolique se manifeste d'une manière sensible. Le vitriol du fer est vert, celui du

1. Ce n'est pas que la nature ne puisse faire dans ses laboratoires tout ce qui s'opère dans les nôtres; si la vapeur du soufre en combustion se trouve renfermée sous des voûtes de cavernes, l'acide sulfureux s'y condensera en acide vitriolique. M. Joseph Baldassari nous offre même à ce sujet une très belle observation. Ce savant a trouvé dans une grotte du territoire de Sienne, au milieu d'une masse d'incrustation déposée par les eaux thermales des bains de Saint-Philippe, « un véritable acide vitriolique pur, naturellement concret, et sans aucun mélange de substances étrangères..... »

cuivre est bleu, et celui du zinc est blanc : tous trois se trouvent dans le sein de la terre, mais en petite quantité, et il paroît que ce sont les seules matières métalliques que la nature ait combinées avec cet acide; et quand même on seroit parvenu par notre art à faire d'autres vitriols métalliques, nous ne devons pas les mettre au nombre des substances naturelles, puisqu'on n'a jamais trouvé de vitriol d'or, d'argent, de plomb, d'étain, ni d'antimoine, de bismuth, de cobalt, etc., dans aucun lieu, soit à la surface, soit à l'intérieur de la terre.

Le vitriol vert ou le vitriol ferrugineux, appelé vulgairement *couperose*, se présente dans toutes les mines de fer où l'eau chargée d'acide vitriolique a pu pénétrer. C'est sous les glaises ou les plâtres que gisent ordinairement ces mines de vitriol, parce que les terres argileuses et plâtreuses sont imprégnées de cet acide, qui, se mêlant avec l'eau des sources souterraines, ou même avec l'eau des pluies, descend par stillation sur la matière ferrugineuse, et, se combinant avec elle, forme ce vitriol vert qui se trouve tantôt en masses assez informes, auxquelles on donne le nom de *pierres atramentaires* [1], et tantôt en stalactites plus ou moins opaques, et quelquefois cristallisées. La forme de ces cristaux vitrioliques est rhomboïdale, et assez semblable à celle des cristaux du spath calcaire. C'est donc dans les mines de fer de seconde et de troisième

1. Parce qu'elles servent, comme le vitriol lui-même, à composer les diverses sortes de teintures noires ou d'encre, *atramentum*. C'est l'étymologie que Pline nous en donne lui-même. *Diluendo*, dit-il en parlant du vitriol, *fit atramentum tingendis coriis, unde atramenti sutorii nomen*.

formation, abreuvées par les eaux qui découlent des matières argileuses et plâtreuses, qu'on rencontre ce vitriol natif dont la formation suppose non seulement la décomposition de la matière ferrugineuse, mais encore le mélange de l'acide en assez grande quantité. Toute matière ferrugineuse imprégnée de cet acide donnera du vitriol : aussi le tire-t-on des pyrites martiales en les décomposant par la calcination ou par l'humidité.

Cette pyrite, qui n'a aucune saveur dans son état naturel, se décompose, lorsqu'elle est exposée longtemps à l'humidité de l'air, en une poudre saline, acerbe, et styptique; en lessivant cette poudre pyriteuse, on en retire du vitriol par l'évaporation et le refroidissement. Lorsqu'on veut en obtenir une grande quantité, on entasse ces pyrites les unes sur les autres à deux ou trois pieds d'épaisseur; on les laisse exposées aux impressions de l'air pendant trois ou quatre ans, et jusqu'à ce qu'elles soient réduites en poudre; on les remue deux fois par an pour accélérer cette décomposition; on recueille l'eau de la pluie qui les lessive pendant ce temps, et on la conduit dans des chaudières où l'on place des ferrailles qui s'y dissolvent en partie par l'excès de l'acide; ensuite on fait évaporer cette eau, et le vitriol se présente en cristaux[1].

On peut aussi tirer le vitriol des pyrites par le moyen du feu, qui dégage, sous la forme de soufre, une partie de l'acide et du feu fixe qu'elles contiennent; on

1. Dans le grand nombre de fabriques de vitriol de fer, celle de Newcastle en Angleterre est remarquable par la grande pureté du vitriol qui s'y produit.

lessive ensuite la matière qui reste après cette extraction du soufre ; et, pour charger d'acide l'eau de ce résidu, on la fait passer successivement sur d'autres résidus également *dessoufrés*, après quoi on l'évapore dans des chaudières de plomb. La matière pyriteuse n'est pas épuisée de vitriol par cette première opération ; on la reprend pour l'étendre à l'air, et au bout de dix-huit mois ou deux ans elle fournit, par une semblable lessive, de nouveau vitriol.

Il y a, dans quelques endroits, des terres qui sont assez mêlées de pyrites décomposées pour donner du vitriol par une seule lessive. Au reste, on ne se sert que de chaudières de plomb pour la fabrication du vitriol, parce que l'acide rongeroit le fer et le cuivre. Pour reconnoître si la lessive vitriolique est assez chargée, il faut se servir d'un *pèse-liqueur;* dès que cet instrument indiquera que la lessive contient vingt-huit onces de vitriol, on pourra la faire évaporer pour obtenir ce sel en cristaux. Il faut environ quinze jours pour opérer cette cristallisation, et l'on a observé qu'elle réussit beaucoup mieux pendant l'hiver qu'en été.

Nous avons en France quelques mines de vitriol naturel. « On en exploite, dit M. de Gensanne, une au lieu de *La Fonds* près *Saint-Julien de Valgogne;* le travail y est conduit avec la plus grande intelligence : le minéral y est riche et en grande abondance, et le vitriol qu'on y fabrique est certainement de la première qualité. » Il doit se trouver de semblables mines dans tous les endroits où la terre limoneuse et ferrugineuse se trouve mêlée d'une grande quantité de pyrites décomposées.

Il se produit aussi du vitriol par les eaux sulfureuses qui découlent des volcans ou des solfatares. « La formation de ce vitriol, dit M. l'abbé Mazéas, s'opère de trois façons. La première, par les vapeurs qui s'élèvent des solfatares et des ruisseaux sulfureux : ces vapeurs, en retombant sur les terres ferrugineuses, les recouvrent peu à peu d'une efflorescence de vitriol... La seconde se fait par la filtration des vapeurs à travers les terres : ces sortes de mines fournissent beaucoup plus de vitriol que les premières; elles se trouvent communément sur le penchant des montagnes qui contiennent des mines de fer, et qui ont des sources d'eau sulfureuses. La troisième manière est lorsque la terre ferrugineuse contient beaucoup de soufre : on s'aperçoit, dès qu'il a plu, d'une chaleur sur la surface de la terre, causée par une fermentation intestine..... Il se forme du vitriol en plus ou moins grande quantité dans ces terres. »

Le vitriol bleu, dont la base est le cuivre, se forme comme le vitriol de fer; on ne le trouve que dans les mines secondaires où le cuivre est déjà décomposé, et dont les terres sont abreuvées d'une eau chargée d'acide vitriolique. Ce vitriol cuivreux se présente aussi en masses ou en stalactites, mais rarement cristallisées, et les cristaux sont plus souvent dodécaèdres qu'hexaèdres ou rhomboïdaux. On peut tirer ce vitriol des pyrites cuivreuses et des autres minerais de ce métal, qui sont presque tous dans l'état pyriteux.

On peut aussi employer des débris ou rognures de cuivre avec l'alun pour faire ce vitriol. On commence par jeter sur ces morceaux de cuivre du soufre pulvérisé; on les met ensemble dans un four, et on les

plonge ensuite dans une eau où l'on a fait dissoudre de l'alun : l'acide de l'alun ronge et détruit les morceaux de cuivre ; on transvase cette eau dans des baquets de plomb lorsqu'elle est suffisamment chargée, et en la faisant évaporer on obtient le vitriol qui se forme en beaux cristaux bleus[1]. C'est de cette apparence cristalline ou vitreuse que le nom même de *vitriol* est dérivé[2].

Le vitriol de zinc est blanc, et se trouve aussi en masses et en stalactites dans les minières de pierre calaminaire ou dans les blendes ; il ne se présente que très rarement en cristaux à facettes : sa cristallisation la plus ordinaire dans le sein de la terre est en filets soyeux et blancs.

On peut ajouter à ces trois vitriols métalliques, qui tous trois se trouvent dans l'intérieur de la terre, une substance grasse à laquelle on a donné le nom de *beurre fossile*, et qui suinte des schistes alumineux : c'est une vraie stalactite vitriolique ferrugineuse, qui contient plus d'acide qu'aucun des autres vitriols métalliques ; et, par cette raison, M. le baron de Dietrich a cru pouvoir avancer que ce beurre fossile n'est que

1. Pline a parfaitement connu cette formation des cristaux du vitriol, et même il en décrit le procédé mécanique avec autant d'élégance que de clarté. « Fit in Hispaniæ puteis, dit-il, id genus aquæ » habentibus..... Decoquitur..... et in piscinas ligneas funditur. Immo- » bilibus super has transtris dependent restes ; quibus adhærescens » limus, vitreis acinis imaginem quamdam uvæ reddit. Color est cœ- » ruleus perquam spectabili nitore, vitrumque esse creditur. »

2. Les Grecs, qui apparemment connoissoient mieux le vitriol de cuivre que celui de fer, avoient donné à ce sel un nom qui désignoit son affinité avec ce premier métal ; c'est la remarque de Pline : *Græci cognationem æris nomine fecerunt.... Appellant enim chalcantum.*

de l'acide vitriolique concret. Mais si l'on fait attention que cet acide ne prend une forme concrète qu'après une très forte concentration et par la continuité d'un feu violent, et qu'au contraire ce beurre vitriolique se forme, comme les autres stalactites, par l'intermède de l'eau, il me semble qu'on ne doit pas hésiter à le rapporter aux vitriols que la nature produit par la voie humide.

Après ces vitriols à base métallique, on doit placer les vitriols à base terreuse, qui, pris généralement, peuvent se réduire à deux : le premier est l'alun, dont la terre est argileuse ou vitreuse; et le second est le gypse, que les chimistes ont appelé *sélénite*, et dont la base est une terre calcaire. Toutes les argiles sont imprégnées d'acide vitriolique, et les terres qu'on appelle *alumineuses* ne diffèrent des argiles communes qu'en ce qu'elles contiennent une plus grande quantité de cet acide : l'alun y est toujours en particules éparses, et c'est très rarement qu'il se présente en filets cristallisés; on le retire aisément de toutes les terres et pierres argileuses en les faisant calciner et ensuite lessiver à l'eau.

Le gypse, qu'on peut regarder comme un vitriol calcaire, se présente en stalactites et en grands morceaux cristallisés dans toutes les carrières de plâtre.

Mais lorsque la quantité de terre contenue dans l'argile et dans le plâtre est très grande en comparaison de celle de l'acide, il perd en quelque sorte sa propriété la plus distinctive; il n'est plus corrosif, il n'est pas même sapide : car l'argile et le plâtre n'affectent pas plus nos organes que toute autre matière; et, sous ce point de vue, on doit rejeter du nombre

des substances salines ces deux matières, quoiqu'elles contiennent de l'acide.

Nous devons, par la même raison, ne pas compter au nombre des vitriols ou substances vraiment salines toutes les matières où l'acide en petite quantité se trouve non seulement mêlé avec l'une ou l'autre terre argileuse ou calcaire, mais avec toutes deux, comme dans les marnes et dans quelques autres terres et pierres mélangées de parties vitreuses, calcaires, limoneuses, et métalliques : ces sels à double base forment un second ordre de matières salines auxquelles on peut donner le nom d'*hépar*. Mais toute matière simple, mixte, ou composée de plusieurs substances différentes, dans laquelle l'acide est engagé ou saturé de manière à n'être pas senti ni reconnu par la saveur, ne doit ni ne peut être comptée parmi les sels sans abuser du nom; car alors presque toutes les matières du globe seroient des sels, puisque presque toutes contiennent une certaine quantité d'acide aérien. Nous devons ici fixer nos idées par notre sensation : toutes les matières insipides ne sont pas des sels; toutes celles, au contraire, dont la saveur offense, irrite, ou flatte le sens du goût, seront des sels, de quelque nature que soit leur base, et en quelque nombre ou quantité qu'elles puissent être mélangées. Cette propriété est générale, essentielle, et même la seule qui puisse caractériser les substances salines, et les séparer de toutes les autres matières. Je dis le seul caractère distinctif des sels; car l'autre propriété par laquelle on a voulu les distinguer, c'est-à-dire la solubilité dans l'eau, ne leur appartient pas exclusivement ni généralement, puisque les gommes et même les ter-

res se dissolvent également dans toutes liqueurs aqueuses, et que d'ailleurs on connoît des sels que l'eau ne dissout point, tels que le soufre, qui est vraiment salin, puisqu'il contient l'acide vitriolique en grande quantité.

Suivons donc l'ordre des matières dans lesquelles la saveur saline est sensible; et, ne considérant d'abord que les composés de l'acide vitriolique, nous aurons, dans les minéraux, les vitriols de fer, de cuivre, et de zinc, auxquels on doit ajouter l'alun, parce que tous sont non seulement sapides, mais même corrosifs.

L'acide vitriolique, qui par lui-même est fixe, devient volatil en s'unissant à la matière du feu libre, sur laquelle il a une action très marquée, puisqu'il la saisit pour former le soufre, et qu'il devient volatil avec lui dans sa combustion. Cet acide sulfureux volatil ne diffère de l'acide vitriolique fixe que par son union avec la vapeur sulfureuse dont il répand l'odeur; et le mélange de cette vapeur à l'acide vitriolique, au lieu d'augmenter sa force, la diminue beaucoup : car cet acide, devenu volatil et sulfureux, a beaucoup moins de puissance pour dissoudre; son affinité avec les autres substances est plus foible; tous les autres acides ne peuvent le décomposer, et de lui-même il se décompose par la seule évaporation. La fixité n'est donc point une qualité essentielle à l'acide vitriolique; il peut se convertir en acide aérien, puisqu'il devient volatil et se laisse emporter en vapeurs sulfureuses.

L'acide sulfureux fait seulement plus d'effet que l'acide vitriolique sur les couleurs tirées des végétaux

et des animaux; il les altère et même les fait disparoître avec le temps, au lieu que l'acide vitriolique fait reparoître quelques unes de ces mêmes couleurs, et en particulier celle des roses. L'acide sulfureux les détruit toutes; et c'est d'après cet effet qu'on l'emploie pour donner aux étoffes la plus grande blancheur et le plus beau lustre.

L'acide sulfureux me paroît être l'une des nuances que la nature a mises entre l'acide vitriolique et l'acide nitreux; car toutes les propriétés de cet acide sulfureux le rapprochent évidemment de l'acide nitreux, et tous deux ne sont au fond que le même acide aérien, qui, ayant passé par l'état d'acide vitriolique, est devenu volatil dans l'acide sulfureux, et a subi encore plus d'altération avant d'être devenu acide nitreux par la putréfaction des corps organisés. Ce qui fait la principale différence de l'acide sulfureux et de l'acide nitreux, c'est que le premier est beaucoup plus chargé d'eau que le second, et que par conséquent il n'est pas aussi fortement uni avec la matière du feu.

Après les vitriols métalliques, nous devons considérer les sels que l'acide vitriolique a formés avec les matières terreuses, et particulièrement avec la terre argileuse qui sert de base à l'alun; nous verrons que cette terre est la même que celle du quartz, et nous en tirerons une nouvelle démonstration de la conversion réelle du verre primitif en argile.

LIQUEUR DES CAILLOUX.

J'AI dit et répété plus d'une fois dans le cours de mes ouvrages que l'argile tiroit son origine de la décomposition des grès et des autres débris du quartz réduits en poudre, et atténués par l'action des acides et l'impression de l'eau; je l'ai même démontré par des expériences faciles à répéter, et par lesquelles on peut convertir en assez peu de temps la poudre de grès en argile, par la simple action de l'acide aérien et de l'eau : j'ai rapporté de semblables épreuves sur le verre pulvérisé; j'ai cité les observations réitérées et constantes qui nous ont également prouvé que les laves les plus solides des volcans se convertissent en terre argileuse, en sorte qu'indépendamment des recherches chimiques et des preuves qu'elles peuvent fournir, la conversion des sables vitreux en argile m'étoit bien démontrée. Mais une vérité tirée des analogies générales fait peu d'effet sur les esprits accoutumés à ne juger que par les résultats de leur méthode particulière : aussi la plupart des chimistes doutent encore de cette conversion; et néanmoins les résultats bien entendus de leur propre méthode me semblent confirmer cette même vérité aussi pleinement qu'ils peuvent le désirer; car, après avoir séparé dans l'argile l'acide de sa base terreuse, ils ont reconnu que cette base étoit une terre vitrifiable; ils ont ensuite

combiné, par le moyen du feu, le quartz pulvérisé avec l'alcali dissous dans l'eau, et ils ont vu que cette matière précipitée devient soluble comme la terre de l'alun par l'acide vitriolique; enfin ils en ont formé un composé fluide qu'ils ont nommé *liqueur des cailloux*. « Une demi-partie d'alcali et une partie de quartz pulvérisé, fondues ensemble, dit M. de Morveau, forment un beau verre transparent, qui conserve sa solidité. Si on change les proportions, et que l'on mette, par exemple, quatre parties d'alcali pour une partie de terre quartzeuse, la masse fondue participera d'autant plus des propriétés salines; elle sera soluble par l'eau, ou même se résoudra spontanément en liqueur par l'humidité de l'air : c'est ce que l'on nomme *liqueur des cailloux*. Le quartz y est tenu en dissolution par l'alcali, au point de passer par le filtre.

» Tous les acides, et même l'eau chargée d'air fixe, précipitent cette liqueur des cailloux, parce qu'en s'unissant à l'alcali ils le forcent d'abandonner la terre. Quand les deux liqueurs sont concentrées, il se fait une espèce de miracle chimique, c'est-à-dire que le mélange devient solide..... On peut conclure de toutes les expériences faites à ce sujet, 1° que la terre quartzeuse éprouve, pendant sa combinaison avec l'alcali, par la fusion, une altération qui la rapproche de l'état de l'argile, et la rend susceptible de former de l'alun avec l'acide vitriolique; 2° que la terre argileuse et la terre quartzeuse, altérées par la vitrification, ont une affinité marquée, même par la voie humide, avec l'alcali privé d'air, etc.... Aussi l'argile et l'alun sont bien réellement des sels vitrioliques à base de terre vitrifiable...

» L'argile est un sel avec excès de terre... et il est certain qu'elle contient de l'acide vitriolique, puisqu'elle décompose le nitre et le sel marin à la distillation. On démontre que sa base est alumiueuse en saturant d'acide vitriolique l'argile dissoute dans l'eau, et formant ainsi un véritable alun; on fait passer enfin l'alun à l'état d'argile, en lui faisant prendre une nouvelle portion de terre alumineuse précipitée et édulcorée. Il faut l'employer tandis qu'elle est encore en bouillie, car elle devient beaucoup moins soluble en séchant; et cette circonstance établit une nouvelle analogie entre elle et la terre précipitée de la liqueur des cailloux. »

Cette terre qui sert de base à l'alun est argileuse : elle prend au feu, comme l'argile, toutes sortes de couleurs; elle y devient rougeâtre, jaune, brune, grise, verdâtre, bleuâtre, et même noire; et si l'on précipite la terre vitrifiable de la liqueur des cailloux, cette terre précipitée a toutes les propriétés de la terre de l'alun : car en l'unissant à l'acide vitriolique on en fait de l'alun; ce qui prouve que l'argile est de la même essence que la terre vitrifiable ou quartzeuse.

Ainsi les recherches chimiques, bien loin de s'opposer au fait réel de la conversion des verres primitifs en argile, le démontrent encore par leurs résultats, et il est certain que l'argile ne diffère du quartz ou du grès réduits en poudre que par l'atténuation des molécules de cette poudre quartzeuse sur laquelle l'acide aérien, combiné avec l'eau, agit assez longtemps pour les pénétrer, et enfin les réduire en terre. L'acide vitriolique ne produit pas cet effet, car il n'a point d'action sur le quartz ni sur les autres matières

vitreuses; c'est donc à l'acide aérien qu'on doit l'attribuer : son union d'une part avec l'eau, et d'autre part le mélange des poussières alcalines avec les poudres vitreuses, lui donnent prise sur cette même matière quartzeuse. Ceci me paroît assez clair, même en rigoureuse chimie, pour espérer qu'on ne doutera plus de cette conversion des verres primitifs en argile, puisque toutes les argiles sont mélangées des débris de coquilles et d'autres productions du même genre, qui toutes peuvent fournir à l'acide aérien l'intermède alcalin nécessaire à sa prompte action sur la matière vitrifiable. D'ailleurs l'acide aérien, seul et sans mélange d'alcali, attaque avec le temps toutes les matières vitreuses; car le quartz, le cristal de roche, et tous les autres verres produits par la nature, se ternissent, s'irisent, et se décomposent à la surface par la seule impression de l'air humide, et par conséquent la conversion du quartz en argile a pu s'opérer par la seule combinaison de l'acide aérien et de l'eau. Ainsi les expériences chimiques prouvent ce que les observations en histoire naturelle m'avoient indiqué; savoir, que l'argile est de la même essence que le quartz, et qu'elle n'en diffère que par l'atténuation de ses molécules réduites en terre par l'impression de l'acide primitif et de l'eau.

Et ce même acide aérien, en agissant dès les premiers temps sur la matière quartzeuse, y a pris une base qui l'a fixé et en a fait l'acide le plus puissant de tous, l'acide vitriolique, qui, dans le fond, ne diffère de l'acide primitif que par sa fixité, et par la masse et la force que lui donne la substance vitrifiable qui lui sert de base; mais l'acide aérien étant répandu dans

toute l'étendue de l'air, de la terre, et des eaux, et le globe entier n'étant dans le premier temps qu'une masse vitrifiée, cet acide primitif a pénétré toutes les poudres vitreuses, et les ayant atténuées, ramollies, et humectées par son union avec l'eau, les a peu à peu décomposées, et enfin converties en terres argileuses.

ALUN.

L'acide aérien, s'étant d'abord combiné avec les poudres du quartz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argile par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun, et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argileuse. Mais cette terre de l'alun est-elle de l'argile pure, comme M. Bergman et d'après lui la plupart des chimistes récents le prétendent? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement que cette argile qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alcali.

1° Deux de nos plus savants chimistes, MM. Macquer et Baumé, ont reconnu des indices de substances alcalines dans cette terre. « Quoique essentiellement

argileuse, dit M. Macquer, la terre de l'alun paroît cependant exiger un certain degré de calcination, et *même le concours des sels alcalis*, pour former facilement et abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique; et M. Baumé est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en combinant avec ce sel la plus grande quantité possible de *sa propre terre.* » Cela me paroît indiquer assez clairement que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une argile pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alcalines et calcaires.

2° M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de nos savants académiciens, qui a fait une très bonne description de la carrière dont on tire l'alun de Rome, dit expressément : « Je regarde cette pierre d'alun comme calcaire, puisqu'elle se calcine au feu.... La chaux que l'on fait de cette pierre a la propriété de se durcir sans aucun mélange de sable ou d'autres terres, lorsque après avoir été humectée on la laisse sécher. » Cette observation de M. de Bondaroy semble démontrer que les pierres de cette carrière de la *Tolfa*, dont on tire l'alun de Rome, seroient de la même nature que nos pierres à plâtre, si la matière calcaire n'y étoit pas mêlée d'une plus grande quantité d'argile. Ce sont, à mon avis, des marnes plus argileuses que calcaires, qui ont été pénétrées de l'acide vitriolique, et qui par conséquent peuvent fournir également de l'alun et de la sélénite.

3° L'alun ne se tire pas de l'argile blanche et pure, qui est de première formation, mais des glaises ou argiles impures, qui sont de seconde formation, et qui toutes contiennent des corps marins, et sont par conséquent mélangées de substances calcaires, et souvent aussi de terre limoneuse.

4° Comme l'alun se tire aussi des pyrites, et même en grande quantité, et que les pyrites contiennent de la terre ferrugineuse et limoneuse, il me semble qu'on peut en inférer que la terre qui sert de base à l'alun est aussi mélangée de terre limoneuse; et je ne sais si le grand boursouflement que ce sel prend au feu ne doit être attribué qu'à la réfraction de son eau de cristallisation, et si cet effet ne provient pas, du moins en partie, de la nature de la terre limoneuse, qui, comme je l'ai dit, se boursoufle au feu, tandis que l'argile pure y prend de la retraite.

5° Et ce qui me paroît encore plus décisif, c'est que l'acide vitriolique, même le plus concentré, n'a aucune action sur la terre vitrifiable pure, et qu'il ne l'attaque qu'autant qu'elle est mélangée de parties alcalines. Il n'a donc pu former l'alun avec la terre vitrifiable simple ou avec l'argile pure, puisqu'il n'auroit pu les saisir pour en faire la base de ce sel, et qu'en effet il n'a saisi l'argile qu'à cause des substances calcaires ou limoneuses dont cette terre vitrifiable s'est trouvée mélangée.

Quoi qu'il en soit, il est certain que toutes les matières dont on tire l'alun ne sont ni purement vitreuses ni purement calcaires ou limoneuses, et que les pyrites, les pierres d'alun, et les terres alumineuses, contiennent non seulement de la terre vitrifiable ou de l'argile en grande quantité, mais aussi de la terre calcaire ou limoneuse en petite quantité. Ce n'est que quand cette terre de l'alun a été travaillée par des opérations qui en ont séparé les terres calcaires ou limoneuses, qu'elle a pu devenir une argile pure sous la main de nos chimistes. Cependant M. le baron de Dietrich pré-

tend « que la pierre qui fournit l'alun et que l'on tire à la Tolfa est une véritable argile qui ne contient point, ou *très peu*, de parties calcaires; que la petite quantité de sélénite qui se forme pendant la manipulation ne prouve pas qu'il y ait de la terre calcaire dans la pierre d'alun...., et que la chaux qui produit la sélénite peut très bien provenir des eaux avec lesquelles on arrose la pierre après l'avoir calcinée. » Mais quelque confiance que puissent mériter les observations de cet habile minéralogiste, nous ne pouvons nous empêcher de croire que la terre dont on retire l'alun ne soit composée d'une grande quantité d'argile et d'une certaine portion de terre limoneuse et de terre calcaire. Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'insister sur les raisons que nous venons d'exposer, et qui me semblent décisives : l'impuissance de l'acide vitriolique sur les matières vitrifiables suffit seule pour démontrer qu'il n'a pu former l'alun avec l'argile pure. Ainsi l'acide vitriolique a existé longtemps avant l'alun, qui n'a pu être produit qu'après la naissance des coquillages et des végétaux, puisque leurs détriments sont entrés dans sa composition.

La nature ne nous offre que très rarement, et en bien petite quantité, de l'alun tout formé. On a donné à cet alun natif le nom d'*alun de plume*, parce qu'il est cristallisé en filets qui sont arrangés comme les barbes d'une plume. Ce sel se présente plus souvent en efflorescence de formes différentes sur la surface de quelques minéraux pyriteux; sa saveur est acerbe et styptique, et son action très astringente. Ces effets, qui proviennent de l'acide vitriolique, démontrent qu'il est plus libre et moins saturé dans l'alun que

dans la sélénite, qui n'a point de saveur sensible; et en général le plus ou moins d'action de toute matière saline dépend de cette différence : si l'acide est pleinement saturé par la matière qu'il a saisie, comme dans l'argile et le gypse, il n'a plus de saveur; et moins il est saturé, comme dans l'alun et les vitriols métalliques, plus il est corrosif. Cependant la qualité de la base dans chaque sel influe aussi sur sa saveur et son action; car plus la matière de ces bases est dense et pesante, plus elle acquiert de masse et de puissance par son union avec l'acide, et plus la saveur du sel qui en résulte a de force.

Il n'y a point de mines d'alun proprement dites, puisqu'on ne trouve nulle part ce sel en grandes masses, comme le sel marin, ni même en petites masses, comme le vitriol; mais on le tire aisément des argiles qui portent le nom de *terres alumineuses*, parce qu'elles sont plus chargées d'acide, et peut-être plus mélangées de terre limoneuse ou calcaire que les autres argiles. Il en est de même de ces pierres d'alun dont nous venons de parler, et qui sont *argilo-calcaires* : on le retire aussi des pyrites, dans lesquelles l'acide vitriolique se trouve combiné avec la terre ferrugineuse et limoneuse. La simple lessive à l'eau chaude suffit pour extraire ce sel des terres alumineuses; mais il faut laisser effleurir les pyrites à l'air, ainsi que ces pierres d'alun, ou les calciner au feu et les réduire en poudre avant de les lessiver pour en obtenir l'alun.

L'eau bouillante dissout ce sel plus promptement et en bien plus grande quantité que l'eau froide; il se cristallise par l'évaporation et le refroidissement. La figure de ces cristaux varie comme celle de tous les

autres sels. M. Bergman assure néanmoins que quand la cristallisation de l'alun n'est pas troublée, il forme des octaèdres parfaits[1], transparents et sans couleur, comme l'eau. Cet habile et laborieux chimiste prétend aussi s'être assuré que ces cristaux contiennent trente-neuf parties d'acide vitriolique, seize parties et demie d'argile pure, et quarante-cinq parties et demie d'eau. Mais je soupçonne que dans son eau, et peut-être même dans son acide vitriolique, il est resté de la terre calcaire ou limoneuse; car il est certain que la base de l'alun en contient. L'acide, quoique en si grande quantité relativement à celle de la terre qui lui sert de base, est néanmoins si fortement uni avec cette terre, qu'on ne peut l'en séparer par le feu le plus violent : il n'y a d'autre moyen de les désunir qu'en offrant à cet acide des alcalis, ou quelques matières inflammables avec lesquelles il ait encore plus d'affinité qu'avec sa terre. On retire par ce moyen l'acide vitriolique de l'alun calciné; on en forme du soufre artificiel, et du pyrophore qui a la propriété de s'enflammer par le seul contact de l'air.

L'alun qui se tire des matières pyriteuses s'appelle dans le commerce *alun de glace* ou *alun de roche* : il est rarement pur, parce qu'il retient presque toujours quelques parties métalliques, et qu'il est mêlé de vitriol de fer. L'alun connu sous le nom d'*alun de Rome*

1. M. Desmeste dit, avec plus de fondement ce me semble, « que ce sel se cristallise en effet en octaèdres rectangles lorsqu'il est avec excès d'acide, mais que la forme de ces octaèdres varie beaucoup; que leurs côtés et leurs angles sont souvent tronqués, et que d'ailleurs il a vu des cristaux d'alun parfaitement cubiques, et d'autres rectangles. »

est plus épuré et sans mélange sensible de vitriol de fer, quoiqu'il soit un peu rouge : on le tire en Italie des pierres alumineuses de la carrière de la Tolfa. Il y a de semblables carrières de pierres d'alun en Angleterre, particulièrement à Whitby, dans le comté d'York, ainsi qu'en Saxe, en Suède, en Norwège, et dans les pays de Hesse et de Liége, de même que dans quelques provinces d'Espagne. On extrait l'alun dans ces différentes mines à peu près par les mêmes procédés qui consistent à faire effleurir à l'air, pendant un temps suffisant, la terre ou pierre alumineuse, à la lessiver ensuite, et à faire cristalliser l'alun par l'évaporation de l'eau[1]. L'alun de Rome est celui qui est le plus estimé, et qu'on assure être le plus pur. Tous les aluns sont, comme l'on voit, des productions de notre art, et le seul sel de cette espèce que la nature nous offre tout formé est l'alun de plume, qui ne se trouve que dans les cavités où suintent et s'évaporent les eaux chargées de ce sel en dissolution. Cet alun est très pur ; mais nulle part il n'est en assez grande quantité pour faire un objet de commerce, et encore moins pour fournir à la consommation que l'on fait de l'alun dans plusieurs arts et métiers.

Ce sel a en effet des propriétés utiles, tant pour la médecine que pour les arts, et surtout pour la teinture et la peinture. La plupart des pastels ne sont que

1. Dans quelques unes de ces exploitations on fait griller le minerai; mais, comme le remarque très bien M. Jars, cette opération n'est bonne que pour celles de ces mines qui sont très pyriteuses, et seroit pernicieuse dans les autres, où la combustion détruiroit une portion de l'alun, et qu'il suffit de laisser effleurir à l'air, où elles s'échauffent d'elles-mêmes.

des terres d'alun teintes de différentes couleurs. Il sert à la teinture en ce qu'il a la propriété d'ouvrir les pores et d'entamer la surface des laines et des soies qu'on veut teindre, et de fixer les couleurs jusque dans leur substance; il sert aussi à la préparation des cuirs, à lisser le papier, à argenter le cuivre, à blanchir l'argent, etc. : mis en suffisante quantité sur la poudre à canon, il la préserve de l'humidité et même de l'inflammation; il s'oppose aussi à l'action du feu sur le bois et sur les autres matières combustibles, et les empêche de brûler si elles en sont fortement imprégnées : on le mêle avec le suif pour rendre les chandelles plus fermes : on frotte d'alun calciné les formes qui servent à imprimer les toiles et papiers, pour y faire adhérer les couleurs; on en frotte de même les balles d'imprimerie pour leur faire prendre l'encre, etc.

Les Asiatiques ont, avant les Européens, fait usage de l'alun; les plus anciennes fabriques de ce sel étoient en Syrie et aux environs de Constantinople et de Smyrne, dans le temps des califes, et ce n'est que vers le milieu du quinzième siècle que les Italiens transportèrent l'art de fabriquer l'alun dans leur pays, et que l'on découvrit les mines alumineuses d'*Ischia*, de Viterbe, etc. Les Espagnols établirent ensuite, dans le seizième siècle, une manufacture d'alun près de Carthagène, à *Almazaran*, et cet établissement subsiste encore. Depuis ce temps, on a fabriqué de l'alun en Angleterre, en Bohème, et dans d'autres provinces de l'Allemagne; et aujourd'hui on en connoît sept manufactures en Suède, dont la plus considérable est celle de *Garphyttau* dans la Noricie.

Il y a en France assez de mines pyriteuses et même assez de terres alumineuses pour qu'on pût y faire tout l'alun dont on a besoin sans l'acheter de l'étranger; et néanmoins je n'en connois qu'une seule petite manufacture en Roussillon, près des Pyrénées : cependant on en pourroit fabriquer de même en Franche-Comté, où il y a une grande quantité de terres alumineuses à quelque distance de Norteau. M. de Gensanne, qui a reconnu ces terres, en a aussi trouvé en Vivarais, près de la Gorce. « Plusieurs veines de cette terre alumineuse sont, dit-il, parsemées de charbon *jayet*, et l'on y trouve par intervalles de l'alun natif. » Il y a aussi près de Soyons des mines de couperose et d'alun. On voit encore beaucoup de terres alumineuses aux environs de Roquefort et de Cascastel; d'autres près de Cornillon, dans le diocèse d'Uzès, dans lesquelles l'alun se forme naturellement : mais combien n'avons-nous pas d'autres richesses que nous foulons aux pieds, non par dédain ni par défaut d'industrie, mais par les obstacles qu'on met ou le peu d'encouragement que l'on donne à toute entreprise nouvelle !

AUTRES COMBINAISONS

DE L'ACIDE VITRIOLIQUE.

Nous venons de voir que cet acide, le plus fort et le plus puissant de tous, a saisi les terres argileuses et calcaires, dans lesquelles il se manifeste sous la forme d'alun et de sélénite; que l'argile et le plâtre, quoique imprégnés de cet acide, n'ont néanmoins aucune saveur saline, parce qu'il y a excès de terre sur la quantité d'acide, et qu'il y est pleinement saturé : que l'alun, au contraire, dont la base n'est que de la terre argileuse mêlée d'une petite portion de terre alcaline, a une saveur styptique et des effets astringents, parce que l'acide n'y est pas saturé; qu'il en est de même de tous les vitriols métalliques, dont la base étant d'une matière plus dense que la terre vitreuse ou calcaire, a donné à ces sels plus de masse et de puissance. Nous avons vu que les terres alumineuses ne sont que des argiles mélangées et plus fortement imprégnées que les autres d'acide vitriolique; que l'alun, qu'on peut regarder comme un vitriol à base terreuse, retient dans ses cristaux une quantité d'eau plus qu'égale à la moitié de son poids, et que cette eau n'est pas essentielle à sa substance saline, puisqu'il la perd aisément au feu sans se décomposer;

qu'il s'y boursoufle comme la terre limoneuse, et qu'en même temps qu'il se laisse dépouiller de son eau, il retient très fixement l'acide vitriolique, et devient, après la calcination, presque aussi corrosif que cet acide même.

Maintenant, si nous examinons les autres matières avec lesquelles cet acide se trouve combiné, nous reconnoîtrons que l'alcali minéral ou marin, qui est le seul sel alcali naturel, et qui est universellement répandu, est aussi le seul avec lequel l'acide vitriolique se soit naturellement combiné sous la forme d'un sel cristallisé, auquel on a donné le nom du chimiste *Glauber*. On trouve ce sel dans l'eau de la mer, et généralement dans toutes les eaux qui tiennent du sel gemme ou marin en dissolution; mais la nature n'en a formé qu'une très petite quantité en comparaison de celle du sel gemme ou marin, qui diffère de ce sel de Glauber en ce que ce n'est pas l'acide vitriolique, mais l'acide marin qui est uni avec l'alcali dans le sel marin, qui, de tous les sels naturels, est le plus abondant.

Lorsque l'on combine l'acide vitriolique avec l'alcali végétal, il en résulte un sel cristallisable, d'une saveur amère et salée, auquel on a donné plusieurs noms différents, et singulièrement celui de *tartre vitriolé*. Ce sel, qui est dur et qui décrépite au feu, ne se dissout que difficilement dans l'eau, et ne se trouve pas cristallisé par la nature, quoique tous les sels formés par l'acide vitriolique puissent se cristalliser.

L'acide vitriolique qui se combine dans les terres vitreuses, calcaires et métalliques, et se présente sous la forme d'alun, de sélénite et de vitriol, se trouve

encore combiné dans le sel d'Epsom avec la *magnésie*, qui est une terre particulière différente de l'argile, et qui paroît avoir aussi quelques propriétés qui la distinguent de la terre calcaire. En la supposant mixte et composée des deux, elle approche beaucoup plus de la craie que de l'argile. Cette terre *magnésie* ne se trouve point en grandes masses comme les argiles, les craies, les plâtres, etc.; néanmoins elle est mêlée dans plusieurs matières vitreuses et calcaires : on l'a reconnue par l'analyse chimique dans les schistes bitumineux, dans les terres plâtreuses, dans les marnes, dans les pierres appelées *serpentines*, dans l'*ampelite;* et l'on a observé qu'elle forme à la surface et dans les interstices de ces matières un sel amer fort abondant. L'acide vitriolique est combiné dans ce sel jusqu'à saturation; et lorsqu'on l'en retire en lui offrant un alcali, la magnésie qui lui servoit de base se présente sous la forme d'une terre blanche, légère, sans saveur, et presque sans ductilité lorsqu'on la mêle avec l'eau. Ces propriétés lui sont communes avec les pierres calcaires imprégnées d'acide vitriolique, dont sans doute la magnésie retient encore quelques parties après avoir été précipitée de la dissolution de son sel; elle se rapproche encore plus de la nature de la terre calcaire, en ce qu'elle fait une grande effervescence avec tous les acides, et qu'elle fournit de même une très grande quantité d'air fixe ou d'acide aérien, et qu'après avoir perdu cet air par la calcination, elle se dissout comme la chaux dans tous les acides : seulement cette magnésie calcinée n'a pas la causticité de la chaux, et ne se dissout pas de même lorsqu'on la mêle avec l'eau; ce qui la rap-

proche de la nature du plâtre. Cette différence de la chaux vive et de la magnésie calcinée semble provenir de la plus grande puissance avec laquelle la chaux retient l'acide aérien, que la calcination n'enlève qu'en partie à la terre calcaire, et qu'elle enlève en plus grande quantité de la magnésie. Cette terre n'est donc au fond qu'une terre calcaire, qui, d'abord imprégnée, comme le plâtre, d'acide vitriolique, se trouve encore plus abondamment fournie d'acide aérien que la pierre calcaire ou le plâtre; et ce dernier acide est la seule cause de la différence des propriétés de la magnésie et des qualités particulières de son sel : il se forme en grande quantité à la surface des matières qui contiennent de la magnésie ; l'eau des pluies ou des sources le dissout et l'emporte dans les eaux dont on le tire par l'évaporation ; et ce sel formé de l'acide vitriolique à base de magnésie a pris son nom de la fontaine d'*Epsom* en Angleterre, de l'eau de laquelle on le tire en grande quantité. M. Brownrigg assure avoir trouvé du sel d'Epsom cristallisé dans les mines de charbon de Whitehaven ; il étoit en petites masses solides, transparentes, et en filaments blancs argentins, tantôt réunis, tantôt isolés, dont quelques uns avoient jusqu'à trois pouces de longueur.

La saveur de ce sel n'est pas piquante ; elle est même fraîche, mais suivie d'un arrière-goût amer ; sa qualité n'est point astringente : il est donc en tout très différent de l'alun ; et comme il diffère aussi de la sélénite par sa saveur et par sa solubilité dans l'eau, on a jugé que la magnésie qui lui sert de base étoit une terre entièrement différente de l'argile et de la

craie, d'autant que cette même magnésie combinée avec d'autres acides, tels que l'acide nitreux ou celui du vinaigre, donne encore des sels différents de ceux que l'argile ou la terre calcaire donnent en les combinant avec ces mêmes acides. Mais si l'on compare ces différences avec les rapports et les ressemblances que nous venons d'indiquer entre la terre calcaire et la magnésie, on ne pourra douter, ce me semble, qu'elle ne soit au fond une vraie terre calcaire, d'abord pénétrée d'acide vitriolique, et ensuite modifiée par l'acide aérien, et peut-être aussi par l'alcali végétal, dont elle paroît avoir plusieurs propriétés.

La seule chose qui pourroit faire penser que cette magnésie est mêlée d'une petite quantité d'argile, c'est que, dans les matières argileuses, elle est si fortement unie à la terre alumineuse, qu'on a de la peine à l'en séparer; mais cet effet prouve seulement que la terre de l'alun n'est pas une argile pure, et qu'elle contient une certaine quantité de terre alcaline. Ainsi, tout considéré, je regarde la magnésie comme une sorte de plâtre; ces deux matières sont également imprégnées d'acide vitriolique, elles ont les mêmes propriétés essentielles; et quoique la magnésie ne se présente pas en grandes masses comme le plâtre, elle est peut-être en aussi grande quantité sur la terre et dans l'eau; car on en retire des cendres de tous les végétaux, et plus abondamment des *eaux-mères*, du nitre, et du sel marin : autre preuve que ce n'est au fond qu'une terre calcaire modifiée par la végétation et la putréfaction.

L'acide vitriolique, en se combinant avec les huiles végétales, a formé les bitumes et s'est pleinement sa-

turé; car il n'a plus aucune action sur le bitume, qui n'a pas plus de saveur sensible que l'argile et le plâtre, dans lesquels cet acide est de même pleinement saturé.

Si l'on expose à l'action de l'acide vitriolique les substances végétales et animales dans leur état naturel, « il agit à peu près comme le feu; s'il est bien concentré, il les dessèche, les crispe, et les réduit presque à l'état charbonneux; et de là on peut juger qu'il en altère souvent les principes en même temps qu'il les sépare. » Ceci prouve bien que cet acide n'est pas uniquement composé des principes aqueux et terreux, comme Stahl et ses disciples l'ont prétendu, mais qu'il contient aussi une grande quantité d'air actif et de feu réel. Je crois devoir insister ici sur ce que j'ai déjà dit à ce sujet, parce que le plus grand nombre des chimistes pensent que l'acide vitriolique est l'acide primitif, et que, pour le prouver, ils ont tâché d'y ramener ou d'en rapprocher tous les autres acides. Or leur grand maître en chimie a voulu établir sa théorie des sels sur deux idées dont l'une est générale, l'autre particulière : la première, *que l'acide vitriolique est l'acide universel et le seul principe salin qu'il y ait dans la nature, et que toutes les autres substances salines, acides, ou alcalines, ne sont que des modifications de cet acide altéré, enveloppé, déguisé par des substances accessoires.* Nous n'avons pas adopté cette idée, qui néanmoins a le mérite de se rapprocher de la simplicité de la nature. L'acide vitriolique sera, si l'on veut, le second acide; mais l'acide aérien est le premier, non seulement dans l'ordre de leur formation, mais encore parce qu'il est le plus pur et

le plus simple de tous, n'étant composé que d'air et de feu, tandis que l'acide vitriolique et tous les autres acides sont mêlés de terre et d'eau. Nous nous croyons donc fondés à regarder l'acide aérien comme l'acide primitif, et nous pensons qu'il faut substituer cette idée à celle de ce grand chimiste, qui le premier a senti qu'on devoit ramener tous les acides à un seul acide primitif et universel. Mais sa seconde supposition, *que cet acide universel n'est composé que de terre et d'eau*, ne peut se soutenir, non seulement parce que les effets ne s'accordent point avec la cause supposée, mais encore parce que cette idée particulière et secondaire me paroît opposée et même contraire à toute théorie, puisqu'alors l'air et le feu, les deux principaux agents de la nature, seroient exclus de toute substance essentiellement saline et réellement active, attendu que toutes ne contiendroient que ce même principe salin, uniquement composé de terre et d'eau.

Dans la réalité, l'acide est, après le feu, l'agent le plus actif de la nature; et c'est par le feu et par l'air contenus dans sa substance qu'il est actif, et qu'il le devient encore plus lorsqu'il est aidé de la chaleur, ou lorsqu'il se trouve combiné avec des substances qui contiennent elles-mêmes beaucoup d'air et de feu, comme dans le nitre: il devient, au contraire, d'autant plus foible qu'il est mêlé d'une plus grande quantité d'eau, comme dans les cristaux d'alun, la crème de tartre, les sels ou les sucs des plantes fermentées ou non fermentées, etc.

Les chimistes ont avec raison distingué les substances salines par elles-mêmes des matières qui ne sont

salines que par le mélange des principes salins avec d'autres substances. « Tous les acides et alcalis minéraux, végétaux, et animaux, tant fixes que volatils, *fluors* ou concrets, doivent, dit M. Macquer, être regardés comme des substances salines par elles-mêmes; il y a même quelques autres substances qui n'ont point de propriétés acides ou alcalines décidées, mais qui, ayant celles des sels en général, et pouvant communiquer les propriétés salines aux composés dans lesquels elles entrent, peuvent par cette raison être regardées comme des substances essentiellement salines : tels sont l'arsenic et le sel sédatif.... Toutes ces substances, quoique essentiellement salines, diffèrent beaucoup entre elles, surtout par les degrés de force et d'activité, et par leur attraction plus ou moins grande avec les matières dans lesquelles elles peuvent se combiner; comparez, par exemple, la force de l'acide vitriolique avec la foiblesse de l'acide du tartre... Les acides minéraux sont plus forts que les acides tirés des végétaux et des animaux; et parmi les acides minéraux l'acide vitriolique est le plus fort, le plus inaltérable, et par conséquent le plus pur, le plus simple, le plus sensiblement et essentiellement sel.... Parmi les autres substances salines, celles qui paroissent les plus actives, les plus simples, telles que les *autres acides minéraux, nitreux, et marins*, sont en même temps celles dont les propriétés *se rapprochent le plus de celles de l'acide vitriolique.* On peut faire prendre à l'acide vitriolique plusieurs des propriétés caractéristiques de l'acide nitreux en le combinant d'une certaine manière avec le principe inflammable, comme on le voit par l'exemple de l'acide

sulfureux volatil : les acides huileux végétaux deviennent d'autant plus forts, et plus *semblables à l'acide vitriolique*, qu'on les dépouille plus exactement de leurs principes huileux, et peut-être parviendroit-on *à les réduire en acide vitriolique pur* en multipliant les opérations; et réciproquement l'acide vitriolique et le nitreux, affoiblis par l'eau et traités avec une grande quantité de matières huileuses, et encore mieux avec l'esprit-de-vin, prennent des caractères d'acide végétaux... Les propriétés des alcalis fixes semblent, à la vérité, s'éloigner beaucoup de celles des acides en général, et par conséquent de l'acide vitriolique : cependant comme il entre dans la composition des alcalis fixes une grande quantité de terre, qu'on peut séparer beaucoup de cette terre par des distillations et calcinations réitérées, et qu'à mesure qu'on dépouille ces substances salines de leur principe terreux elles deviennent d'autant moins fixes et d'autant plus déliquescentes, en un mot, qu'elles *se rapprochent d'autant plus de l'acide vitriolique* à cet égard, il ne paroîtra pas hors de vraisemblance que les *alcalis puissent devoir leurs propriétés salines à un principe salin de la nature de l'acide vitriolique*, mais beaucoup déguisé par la quantité de terre et vraisemblablement des principes inflammables auxquels il est joint dans ces combinaisons ; et les alcalis volatils sont des matières salines essentiellement de même nature que l'alcali fixe, et qui ne doivent leur volatilité qu'à une différente proportion et combinaison de leurs principes prochains. »

J'ai cru devoir rapporter tous ces faits, avoués par les chimistes, et tels qu'ils sont consignés dans les

ouvrages d'un des plus savants et des plus circonspects d'entre eux, pour qu'on ne puisse plus douter de l'unité du principe salin ; qu'on cesse de voir les acides nitreux et marin, et les acides végétaux et animaux, comme essentiellement différents de l'acide vitriolique, et qu'enfin on s'habitue à ne pas regarder les alcalis comme des substances salines d'une nature opposée et même contraire à celle des acides : c'étoit l'opinion dominante depuis plus d'un siècle, parce qu'on ne jugeoit de l'acide et de l'alcali qu'en les opposant l'un à l'autre, et qu'au lieu de chercher ce qu'ils ont de commun et de semblable, on ne s'attachoit qu'à la différence que présentent leurs effets, sans faire attention que ces mêmes effets dépendent moins de leurs propriétés salines que de la quantité des substances accessoires dont ils sont mélangés, et dans lesquelles le principe salin ne peut se manifester sous la même forme, ni s'exercer avec la même force et de la même manière que dans l'acide, où il n'est ni contraint ni masqué.

Et cette conversion des acides et des alcalis, qui, dans l'opinion de Stahl, peuvent tous se ramener à l'acide vitriolique, est supposée réciproque ; en sorte que cet acide peut devenir lui-même un alcali ou un autre acide : mais tous, sous quelque forme qu'ils se présentent, proviennent originairement de l'acide aérien.

Reprenant donc le principe salin dans son essence et sous sa forme la plus pure, c'est-à-dire sous celle de l'acide aérien, et le suivant dans ses combinaisons, nous trouverons qu'en se mêlant avec l'eau il en a formé des liqueurs spiritueuses ; toutes les eaux acidules et mousseuses, le vin, le cidre, la bière,

ne doivent leurs qualités qu'au mélange de cet acide aérien qu'ils contiennent sous la forme d'air fixe : nous verrons qu'étant ensuite absorbé par ces mêmes matières, il leur donne l'aigreur du vinaigre, du tartre, etc. ; qu'étant entré dans la substance des végétaux et des animaux, il a formé l'acide animal et tous les alcalis par le travail de l'organisation. Cet acide primitif s'étant d'abord combiné avec la terre vitrifiée a formé l'acide vitriolique, lequel a produit avec les substances métalliques les vitriols de fer, de cuivre, et de zinc ; avec l'argile et la terre calcaire, l'alun et la sélénite ; le sel de Glauber avec l'alcali minéral, et le sel d'*Epsom* ou de *Sedlitz* avec la magnésie.

Ce sont là les principales combinaisons sous lesquelles se présente l'acide vitriolique ; car nulle part on ne le trouve dans son état de pureté et sous sa forme liquide ; et cela par la raison que, ayant une très grande tendance à s'unir avec le feu libre, avec l'eau, et avec la plupart des substances terreuses et métalliques, il s'en saisit partout, et ne demeure nulle part sous cette forme liquide que nous lui connoissons lorsqu'il est séparé, par notre art, de toutes les substances auxquelles il est naturellement uni. Cet acide, bien déflegmé et concentré, pèse spécifiquement plus du double de l'eau, et par conséquent beaucoup plus que la terre commune ; et comme sa fluidité diminue à mesure qu'on le concentre, on doit croire que si l'on pouvoit l'amener à un état concret et solide, il auroit plus de densité que les pierres calcaires et les grès[1] : mais comme il a une très grande affinité avec

1. En supposant que l'eau distillée pèse dix mille, le grès des tailleurs de pierre ne pèse que vingt mille huit cent cinquante-cinq : ainsi

l'eau, et que même il attire l'humidité de l'air, il n'est pas étonnant que, ne pouvant être condensé que par une forte chaleur, il ne se trouve jamais sous une forme sèche et solide dans le sein de la terre.

Dans les eaux qui découlent des collines calcaires, et qui se rassemblent sur la glaise qui leur sert de base, l'acide vitriolique de la glaise se trouve combiné avec la terre calcaire : ces eaux contiennent donc de la sélénite en plus ou moins grande quantité; et c'est de là que vient la crudité de presque toutes les eaux de puits; la sélénite dont elles sont imprégnées leur donne une sorte de sécheresse dure qui les empêche de se mêler au savon, et de pénétrer les pois et autres graines que l'on veut faire cuire. Si l'eau a filtré profondément dans l'épaisseur de la glaise, la saveur de l'acide vitriolique y devient plus sensible, et, dans les lieux qui recèlent les feux souterrains, ces eaux deviennent sulfureuses par leur mélange avec l'acide sulfureux volatil, etc.

L'acide aérien et primitif, en se combinant avec la terre calcaire, a produit l'acide marin, qui est moins fixe et moins puissant que le vitriolique, et auquel cet acide aérien a communiqué une partie de sa volatilité. Nous exposerons les propriétés particulières de cet acide dans les articles suivants.

l'acide vitriolique bien concentré, pesant plus du double de l'eau, pèse au moins autant que le grès.

ACIDES DES VÉGETAUX
ET DES ANIMAUX.

La formation des acides végétaux et animaux par l'acide aérien est encore plus immédiate et plus directe que celle des acides minéraux, parce que cet acide primitif a pénétré tous les corps organisés, et qu'il y réside sous sa forme propre et en grande quantité.

Si l'on vouloit compter les acides végétaux par la différence de leur saveur, il y en auroit autant que de plantes et de fruits, dont le goût agréable ou répugnant est varié presque à l'infini : ces végétaux plus ou moins fermentés présenteroient encore d'autres acides plus développés et plus actifs que les premiers; mais tous proviennent également de l'acide aérien.

Les acides végétaux que les chimistes ont le mieux examinés sont ceux du vinaigre et du tartre, et ils n'ont fait que peu d'attention aux acides des végétaux non fermentés. Tous les vins, et en particulier celui du raisin, se font par une première fermentation de la liqueur des fruits, et cette première fermentation leur ôte la saveur sucrée qu'ils ont naturellement; ces liqueurs vineuses exposées à l'air, c'est-à-dire à l'action de l'acide aérien, l'absorbent et s'aigrissent : l'acide primitif est donc également la cause de ces deux fermentations; il se dégage dans la première, et

se laisse absorber dans la seconde. Le vinaigre n'est formé que par l'union de cet acide aérien avec le vin, et il conserve seulement une petite quantité d'huile inflammable ou d'esprit-de-vin qui le rend spiritueux; aussi s'évapore-t-il à l'air, et il n'en attire pas l'humidité comme les acides minéraux : d'ailleurs il est mêlé, comme le vin, de beaucoup d'eau, et le moyen le plus sûr et le plus facile de concentrer le vinaigre est de l'exposer à une forte gelée; l'eau qu'il contient se glace, et ce qui reste est un vinaigre très fort, dans lequel l'acide est concentré : mais il faut s'attendre à ne tirer que cinq pour cent d'un vinaigre qu'on fait ainsi geler, et ce vinaigre concentré par la gelée est plus sujet à s'altérer que l'autre, parce que le froid qui lui a enlevé toute son eau ne lui fait rien perdre de son huile; il faut donc l'en dégager par la distillation pour l'obtenir et le conserver dans son état de pureté et de plus grande force. Cependant la pureté de cet acide n'est jamais absolue; quelque épuré qu'il soit, il retient toujours une certaine quantité d'huile éthérée qui ne peut que l'affoiblir; il n'a aucune action directe sur les matières vitreuses, et cependant il agit comme l'acide aérien sur les substances calcaires et métalliques; il convertit le fer en rouille, le cuivre en vert-de-gris, etc.; il dissout avec effervescence les terres calcaires, et forme avec elles un sel très amer, qui s'effleurit à l'air. Il agit de même sur les alcalis : c'est par son union avec l'alcali végétal que se fait la *terre foliée* de tartre, qui est employée en médecine comme un puissant apéritif. On distingue dans la saveur de cette terre le goût du vinaigre et celui de l'alcali fixe dont elle est chargée, et elle attire, comme

l'alcali, l'humidité de l'air : on peut aisément en dégager l'acide du vinaigre, en offrant à son alcali un acide plus puissant.

Le vinaigre dissout avec effervescence l'alcali fixe minéral et l'alcali volatil ; cet acide forme avec le premier un sel dont les cristaux et les qualités sont à peu près les mêmes que celles de la terre foliée du tartre, et il produit avec l'alcali volatil un sel ammoniacal qui attire puissamment l'humidité de l'air. Enfin l'acide du vinaigre peut dissoudre toutes les substances animales et végétales. M. Gellert assure que cet acide, aidé d'une chaleur long-temps continuée, réduit en bouillie les bois les plus durs, ainsi que les cornes et les os des animaux.

Les substances qui sont susceptibles de fermentation contiennent du tartre tout formé, avant même d'avoir fermenté; il se trouve en grande quantité dans tous les sucs du raisin et des autres fruits sucrés : ainsi l'on doit regarder le tartre comme un produit immédiat de la végétation, qui ne souffre point d'altération par la fermentation, puisqu'il se présente sous sa même forme dans les résidus du vin et du vinaigre après la distillation.

Le tartre est donc un dépôt salin qui se sépare peu à peu des liqueurs vineuses, et prend une forme concrète et presque *pierreuse*, dans laquelle on distingue néanmoins quelques parties cristallisées : la saveur du tartre, quoique acide, est encore sensiblement *vineuse;* les chimistes ont donné le nom de *crème de tartre* au sel cristallisé que l'on en tire, et ce sel n'est pas simple; il est combiné avec l'alcali végétal. L'acide contenu dans ce sel de tartre se sépare de sa base par

la seule action du feu; il s'élève en grande quantité et sous sa forme propre d'acide aérien, et la matière qui reste après cette séparation est une terre alcaline qui a les mêmes propriétés que l'acide fixe végétal : la preuve évidente que l'acide aérien est le principe salin de l'acide du tartre, c'est qu'en essayant de le recueillir il fait explosion et brise les vaisseaux.

Le sel de tartre n'attaque pas les matières vitreuses, et néanmoins il se combine et forme un sel avec la terre de l'alun : autre preuve que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une terre vitreuse pure, mais mélangée de parties alcalines, calcaires, ou limoneuses; car l'acide du tartre agit avec une grande puissance sur les substances calcaires, et il s'unit avec effervescence à l'alcali fixe végétal; ils forment ensemble un sel auquel les chimistes ont donné le nom de *sel végétal*. Il s'unit de même et fait effervescence avec l'alcali minéral, et ils donnent ensemble un autre sel connu sous le nom de *sel de Seignette;* ces deux sels sont, au fond, de la même essence, et ne diffèrent pas plus l'un de l'autre que l'alcali végétal ne diffère de l'alcali minéral, qui, comme nous l'avons dit, sont essentiellement les mêmes. Nous ne suivrons pas plus loin les combinaisons de la crème de tartre, et nous observerons seulement qu'elle n'agit point du tout sur les huiles.

Au reste, le sel du tartre est l'un des moins solubles dans l'eau; il faut qu'elle soit bouillante, et en quantité vingt fois plus grande que celle du sel, pour qu'elle puisse le dissoudre.

Les vins rouges donnent du tartre plus ou moins rouge, et les vins blancs du tartre grisâtre, et plus ou

moins blanc; leur saveur est à peu près la même et d'un goût plutôt aigrelet qu'acide.

Le sucre, dont la saveur est si agréable, est néanmoins un sel essentiel que l'on peut tirer en plus ou moins grande quantité de plusieurs végétaux : il est l'un des plus dissolubles dans l'eau; et lorsqu'on le fait cristalliser avec précaution, il donne de beaux cristaux : c'est ce sucre purifié que nous appelons *sucre candi*. Le principe acide de ce sel est encore évidemment l'acide aérien; car le sucre étant dissous dans l'eau pure fermente; et cet acide s'en dégage en partie par une évaporation spiritueuse : le reste demeure fortement uni avec l'huile et la terre mucilagineuse, qui donnent à ce sel sa saveur douce et agréable. M. Bergman a obtenu un acide très puissant en combinant le sucre avec une grande quantité d'acide nitreux : mais cet acide composé ne doit point être regardé comme l'acide principe du sucre, puisqu'il est formé par le moyen d'un autre acide qui en est différent; et quoique les propriétés de l'acide nitreux et de cet acide saccharin ne soient pas les mêmes, on ne doit pas en conclure, avec ce savant chimiste, que ce même acide saccharin n'ait rien emprunté de l'acide nitreux qu'on est obligé d'employer pour le former.

Les propriétés les mieux constatées et les plus évidentes des acides animaux sont les mêmes que celles des acides végétaux, et démontrent suffisamment que le principe salin est le même dans les uns et dans les autres; c'est également l'acide aérien, différemment modifié par la végétation ou par l'organisation animale, d'autant que l'on retire cet acide de plusieurs plantes aussi bien que des animaux. Les fourmis et la mou-

tarde fournissent le même acide et en grande quantité. Cet acide est certainement aérien, car il est très volatil; et si l'on met en distillation une masse de fourmis fraîches et qui n'aura pas eu le temps de fermenter, une grande partie de l'acide animal s'en dégage et se volatilise sous sa propre forme d'air fixe ou d'acide aérien; et cet acide recueilli et séparé de l'eau avec laquelle il a passé dans la distillation a les mêmes propriétés à peu près que l'acide du vinaigre : il se combine de même avec les alcalis fixes, et forme des sels qui, par l'odeur urineuse, décèlent leur origine animale.

Les chimistes récents ont donné le nom d'*acide phosphorique* à l'acide qu'ils ont tiré non seulement de l'urine et des excréments, mais même des os et des autres parties solides des animaux : mais il en est à peu près de cet acide phosphorique des os comme de l'acide du sucre, parce qu'on ne peut obtenir le premier que par le moyen de l'acide vitriolique, et le second par celui de l'acide nitreux; ce qui produit des acides composés, qui ne sont plus les vrais acides du sucre et des os, lesquels considérés en eux-mêmes et dans leur simplicité se réduiront également à la forme d'acide aérien; et s'il est vrai, comme le dit M. Proust, qu'on ait trouvé de l'acide phosphorique dans des mines de plomb blanches, on ne pourra guère douter qu'il ne puisse tirer en partie son origine de l'acide vitriolique.

Un de nos plus habiles chimistes[1] s'est attaché à

1. M. Brongniart, démonstrateur en chimie aux écoles du Jardin du Roi. Il a fait sur ce sujet un grand nombre d'expériences par lesquelles il a reconnu que l'acide phosphorique est produit par une modification de l'acide aérien, qui s'en dégage en quantité considérable dans

prouver par plusieurs expériences, contre les assertions d'un habile chimiste, que l'acide phosphorique est tout formé dans les animaux, et qu'il n'est point le produit du feu ou de la fermentation. Cela se peut, et je serois même très porté à le croire, pourvu que l'on convienne que cet acide phosphorique tout formé dans les animaux, ou dans les excréments, n'est pas absolument le même que celui qu'on en tire en employant l'acide vitriolique, dont la combinaison ne peut que l'altérer et l'éloigner d'autant plus de sa forme originelle d'acide aérien, que le travail de l'organisation suffit pour le convertir en acide phosphorique, tel qu'on le retire de l'urine, sans le secours de l'acide vitriolique ni d'aucun autre acide.

la décomposition de l'acide phosphorique, et même dans sa concentration. Si on fait brûler du phosphore en vaisseaux clos, on obtient une très grande quantité d'air fixe ou acide aérien, et en même temps l'acide phosphorique coule le long des parois des récipients; ce même acide, soumis ensuite à l'action du feu dans une cornue de verre, donne des vapeurs abondantes et presque incoercibles. Si, au lieu de faire brûler ainsi le phosphore, on l'expose seulement à l'action de l'air dans une atmosphère tempérée et humide, le phosphore se décompose en brûlant presque insensiblement; il donne une flamme très légère, et laisse échapper une très grande quantité d'air fixe : on peut s'en convaincre en imbibant un linge d'une solution alcaline caustique; au bout d'un certain laps de temps, l'alcali est saturé d'acide aérien, et cristallisé très parfaitement. Ces expériences prouvent, d'une manière convaincante, que l'acide phosphorique est le résultat d'une modification particulière de l'acide aérien, qui ne peut avoir lieu qu'au moyen de la végétation et de l'animalisation.

ALCALIS

ET LEURS COMBINAISONS.

De la même manière qu'on doit réduire tous les acides au seul acide aérien, on peut aussi lui ramener les alcalis, en les réduisant tous à l'alcali minéral ou marin; c'est même le seul sel que la nature nous présente dans un état libre et non *neutralisé :* on connoît cet alcali sous le nom de *natron;* il se forme contre les murs des édifices, ou sur la terre et les eaux dans les climats chauds. On m'en a envoyé de Suez des morceaux assez gros et assez purs; cependant il est ordinairement mêlé de terre calcaire[1]. Ce sel, auquel on a donné le nom d'*alcali minéral,* pourroit, comme le nitre, être placé dans le règne végétal, puisqu'il

1. Le natron qui nous vient d'Égypte se tire de deux lacs, l'un voisin du Caire, et l'autre à quelque distance d'Alexandrie; ces lacs sont secs pendant neuf mois de l'année, et se remplissent en hiver d'une eau qui découle des éminences voisines : cette eau saline n'est pas limpide, mais trouble et rougeâtre; les premières chaleurs du printemps la font évaporer, et le natron se forme sur le sol du lac, d'où on le tire en morceaux solides et grisâtres qui deviennent plus blancs en les exposant à l'air pour les laisser s'égoutter. On a donné le nom de *sel mural* au natron qui se forme contre les vieux murs : il est ordinairement mêlé d'une grande quantité de substance calcaire, et dans cet état il est neutralisé.

est de la même nature que l'alcali qu'on tire de plusieurs plantes qui croissent dans les terres voisines de la mer, et que d'ailleurs il paroît se former par le concours de l'acide aérien, et à peu près comme le salpêtre; mais celui-ci ne se présente nulle part en masses ni même en morceaux solides, au lieu que le natron, soit qu'il se forme sur la terre ou sur l'eau, devient compacte et même assez solide.

Les anciens ont parlé du natron sous le nom de *nitre :* sur quoi le P. Hardouin se trompe lorsqu'il dit que le *nitrum* de Pline est *exactement la même chose que notre salpêtre;* car il est clair que Pline, sous le nom de *nitre,* parle du natron, qui se forme, dit-il, dans l'eau de certains lacs d'Égypte, vers *Memphis* et *Naucratis,* et qui a la propriété qu'il lui attribue de conserver les corps; à sa causticité, augmentée par la falsification qu'en faisoient dès lors les Égyptiens en y mêlant de la chaux, on le reconnoît évidemment pour l'alcali minéral ou natron, bien différent du vrai nitre ou salpêtre.

On emploie le natron dans le Levant aux mêmes usages que nous employons la *soude,* et ces deux alcalis sont en effet de même nature. Nous tirions autrefois du natron d'Alexandrie, où s'en fait le commerce; et si ce sel alcalin étoit moins cher que le sel de soude, auquel il peut suppléer, et que nous tirons aussi de l'étranger, il ne faudroit pas abandonner ce commerce, qui paroît languir.

La plupart des propriétés de cet alcali minéral sont les mêmes que celles de l'alcali fixe végétal, et ils ne diffèrent entre eux que par quelques effets qu'on peut attribuer à l'union plus intime de la base terreuse

dans l'alcali minéral que dans l'alcali végétal; mais tous deux sont essentiellement de la même nature.

C'est de la cendre des plantes qui contiennent du sel marin que l'on obtient l'alcali fixe végétal en grande quantité; et quoique tiré des végétaux, il est le même que l'alcali minéral ou marin; la différence de leurs effets n'est bien sensible que sur les acides végétaux et sur les huiles, dont ils font des sels de différentes sortes, et des savons plus ou moins fermes.

On obtient donc par la combustion et l'incinération des plantes qui croissent près de la mer, et qui par conséquent sont imprégnées de sel marin; on obtient, dis-je, en grande quantité l'alcali minéral ou marin, qui porte le nom de *soude*, et qu'on emploie dans plusieurs arts et métiers.

On distingue dans le commerce deux sortes de soudes : la première qui provient de la combustion des kalis et autres plantes terrestres qui croissent dans les climats chauds et dans les terres voisines de la mer; la seconde qu'on se procure de même par la combustion et la réduction en cendres des *fucus*, des *algues*, et des autres plantes qui croissent dans la mer même; et néanmoins la première soude contient beaucoup plus d'alcali marin que la seconde; et ce sel alcali est, comme nous l'avons dit, le même que le natron. Ainsi la nature sait former ce sel encore mieux que l'art : car nos soudes ne sont jamais pures; elles sont toujours mêlées de plusieurs autres sels, et surtout de sel marin; souvent elles contiennent aussi des parties ferrugineuses et d'autres matières terreuses qui ne sont point salines.

C'est par son alcali fixe que la soude produit tous

ses effets : ce sel sert de fondant dans les verreries, et de détergent dans lès blanchisseries : avec les huiles, il forme les savons, etc. Au reste, on peut employer la soude telle qu'elle est, sans en tirer le sel, si l'on ne veut faire que du verre commun; mais il la faut épurer pour faire des verres blancs et des glaces. Le sel marin, dont l'alcali de la soude est presque toujours mêlé, ne nuit point à la vitrification, parce qu'il est très fusible, et qu'il ne peut que faciliter la fusion des sables vitreux, et entraîner les impuretés dont ils peuvent être souillés. Le *fiel du verre*, qui s'élève au dessus du verre fondu, n'est qu'un mélange de ces impuretés et des sels.

L'alcali fixe végétal ou minéral doit également sa formation au travail de la nature dans la végétation; car on le peut tirer également de tous les végétaux, dans lesquels il est seulement en plus ou moins grande quantité. Ce sel végétal, lorsqu'il est pur, se présente sous la forme d'une poudre blanche, mais non cristallisée; sa saveur est si violente et si caustique, qu'il brûleroit et cautériseroit la langue si on le goûtoit sans le délayer auparavant dans une grande quantité d'eau : il attire l'humidité de l'air en si grande abondance, qu'il se résout en eau. Cet alcali qu'on appelle *fixe* ne l'est néanmoins qu'à un feu très modéré, car il se volatilise à un feu violent; et cela prouve assez que la chaleur peut le convertir en alcali volatil, et que tous deux sont au fond de la même essence. L'alcali fixe a plus de puissance que les autres sels pour vitrifier les substances terreuses ou métalliques : il les fait fondre et les convertit presque toutes en verre solide et transparent.

Les cendres de nos foyers contiennent de l'alcali fixe végétal ; et c'est par ce sel qu'elles nettoient et détergent le linge par la lessive. Cet alcali que fournissent les cendres des végétaux est fort impur ; cependant on en fait beaucoup dans les pays où le bois est abondant : on le connoît dans les arts sous le nom de *potasse;* et quoiqu'impur, il est d'un grand usage dans les verreries, dans la teinture, et dans la fabrication du salpêtre.

C'est sans fondement qu'un de nos chimistes a prétendu que le tartre ne contient point d'alcali : cette opinion a été bien réfutée par M. Bernard. L'alcali fixe se trouve tout formé dans les végétaux ; et le tartre, qui n'est qu'un de leurs résidus, ne peut manquer d'en contenir ; et d'ailleurs la lie de vin brûlée et réduite en cendres fournit une grande quantité d'alcali aussi bon et même plus pur que celui de la soude.

C'est par la combinaison de l'acide marin avec l'alcali minéral que s'est formé le sel marin ou sel commun, dont nous faisons un si grand usage. Il se trouve non seulement dissous dans l'eau de toutes les mers et de plusieurs fontaines, mais il se présente encore en masses solides et en très grands amas dans le sein de la terre ; et quoique l'acide de ce sel, c'est-à-dire l'acide marin, provienne originairement de l'acide aérien, comme tous les autres acides, il a des propriétés particulières qui l'en distinguent ; il est plus foible que les acides vitriolique et nitreux, et on l'a regardé comme le troisième dans l'ordre des acides minéraux. Cette distinction est fondée sur la différence de leurs effets : l'acide marin est moins puissant, moins actif que les deux premiers, parce qu'il contient moins d'air et de feu, et d'ailleurs il acquiert

des propriétés particulières par son union avec l'alcali; et s'il étoit possible de le dépouiller et de le séparer en entier de cette base alcaline, peut-être reprendroit-il les qualités de l'acide vitriolique ou de l'acide aérien, qui, comme nous l'avons dit, est l'acide primitif, dont la forme ne varie que par les différentes combinaisons qu'il subit ou qu'il a subies en s'unissant à d'autres substances.

L'acide marin diffère de l'acide vitriolique en ce qu'il est plus léger, plus volatil, qu'il a de l'odeur, de la couleur, et qu'il produit des vapeurs. Toutes ces qualités semblent indiquer qu'il contient une bonne quantité d'acide aérien provenant du détriment des corps organisés. Il diffère de l'acide nitreux par sa couleur qui est d'un jaune mêlé de rouge, par ses vapeurs qui sont blanches, par son odeur qui tire sur celle du safran, et parce qu'il a moins d'affinité avec les terres absorbantes et les sels alcalis. Enfin cet acide marin n'est pas susceptible d'un aussi grand degré de concentration que les acides vitriolique et nitreux, à cause de sa volatilité qui est beaucoup plus grande.

Au reste, comme l'alcali minéral ou marin et l'alcali fixe végétal sont de la même nature, et qu'ils sont presque universellement répandus, on ne peut guère douter que l'alcali ne se soit formé, dès les premiers temps après la naissance des végétaux, par la combinaison de l'acide primitif aérien avec les détriments des substances animales et végétales. Il en est de même de l'acide marin, qui se trouve combiné dans des matières de toute espèce; car, indépendamment du sel commun dont il fait l'essence avec l'alcali minéral, il se combine aussi avec les alcalis végétaux et animaux

fixes ou volatils, et il se trouve dans les substances calcaires, dans les matières nitreuses, et même dans quelques substances métalliques, comme dans la mine d'argent *cornée;* enfin il forme le sel ammoniac lorsqu'il s'unit avec l'alcali volatil par sublimation dans le feu des volcans.

L'alcali minéral et l'alcali végétal, qui sont au fond les mêmes, sont aussi tous deux fixes : le premier se trouve presque pur dans le natron, et le second se tire plus abondamment des cendres du tartre que de toute autre matière végétale. On leur donne la dénomination d'*alcalis caustiques* lorsqu'ils prennent en effet une plus grande causticité par l'addition de l'acide aérien contenu dans les chaux terreuses ou métalliques : par cette union ces alcalis commencent à se rapprocher de la nature de l'acide. L'alcali volatil appartient plus aux animaux qu'aux végétaux; et lorsqu'il est de même imprégné de l'acide aérien, il ne peut plus se cristalliser, ni même prendre une forme solide; et dans cet état on l'a nommé *alcali fluor.*

L'acide phosphorique paroît être l'acide le plus actif qu'on puisse tirer des animaux. Si l'on combine cet acide des animaux avec l'alcali volatil, qui est aussi leur alcali le plus exalté, il en résulte un sel auquel les chimistes récents ont donné le nom de *sel microcosmique,* et dont M. Bergman a cru devoir faire usage dans presque toutes ses analyses chimiques. Ce sel est en même temps ammoniacal et phosphorique; et lorsque l'acide du phosphore se trouve combiné avec une substance calcaire, comme dans les os des animaux, il semble que les propriétés salines disparoissent; car ce sel phosphorique à base calcaire n'a plus aucune

saveur sensible. La substance calcaire des os fait sur l'acide phosphorique le même effet que la craie sur l'acide vitriolique. Cet acide animal et l'acide végétal *acéteux* ou *tartareux* contiennent sensiblement beaucoup de cet air fixe ou acide aérien, duquel ils tirent leur origine.

SEL MARIN ET SEL GEMME.

L'eau de la mer contient une grande quantité d'acide et d'alcali, puisque le sel qu'on en retire en la faisant évaporer est composé des deux : elle est aussi imprégnée de bitume; et c'est ce qui fait qu'elle est en même temps saline et amère. Or le bitume est composé d'acide et d'huile; et d'ailleurs la décomposition de tous les corps organisés dont la mer est peuplée produit une immense quantité d'huile. L'eau marine contient donc non seulement les acides et les alcalis, mais encore les huiles et toutes les matières qui peuvent provenir de la décomposition des corps, à l'exception de celles que ces substances prennent par la putréfaction à l'air libre; encore se forme-t-il à la surface de la mer, par l'action de l'acide aérien, des matières assez semblables à celles qui sont produites sur la terre par la décomposition des animaux et des végétaux.

La formation du sel marin n'a pu s'opérer qu'après

la production de l'acide et de l'alcali, puisqu'ils en sont les substances constituantes. L'acide aérien a été formé, dès les premiers temps après l'établissement de l'atmosphère, par le simple mélange de l'air et du feu; mais l'alcali n'a été produit que dans un temps subséquent, par la décomposition des corps organisés. L'eau de la mer n'étoit d'abord que simplement acide ou même acidule; elle est devenue plus acide et salée par l'union de l'acide primitif avec les alcalis et les autres acides; ensuite elle a pris de l'amertume par le mélange du bitume; et enfin elle s'est chargée de graisse et d'huile par la décomposition des corps de tous les cétacés, poissons, et amphibies, dont la substance est, comme l'on sait, plus huileuse que celle des animaux terrestres.

Et cette salure, cette amertume, et cette huile de l'eau de la mer, n'ont pu qu'augmenter avec le temps, parce que tous les fleuves qui arrivent à ce grand réceptacle des eaux sont eux-mêmes chargés de parties salines, bitumineuses, et huileuses, que la terre leur fournit, et que toutes ces matières étant plus fixes et moins volatiles que l'eau, l'évaporation ne les enlève pas; leur quantité ne peut donc qu'augmenter, tandis que celle de l'eau reste toujours la même, puisque les eaux courantes sur la terre ramènent à la mer tout ce que les vapeurs poussées par les vents lui enlèvent.

On doit encore ajouter à ces causes de l'augmentation de la salure des mers la quantité considérable de sel que les eaux qui filtrent dans l'intérieur de la terre dissolvent et détachent des masses purement salines qui se trouvent en plusieurs lieux, et jusqu'à d'assez grandes profondeurs. On a donné le nom de *sel gemme*

à ce sel fossile. Il est absolument de la même nature que celui qui se tire de l'eau de la mer par l'évaporation. Il se trouve sous une forme solide, concrète, et cristallisée en amas immenses, dans plusieurs régions du globe, et notamment en Pologne, en Hongrie, en Russie, et en Sibérie. On en trouve aussi en Allemagne, dans les environs de Halle près de Saltzbourg, dans quelques provinces de l'Espagne[1], et spéciale-

1. Près de Villena, à quelques lieues d'Alicante, il y a un marais d'où l'on tire le sel pour la consommation des villages voisins, et, à quatre lieues de là, une montagne isolée toute de sel gemme, couvert seulement d'une couche de plâtre de différentes couleurs.....

Il y a beaucoup de salines dans la juridiction de *Mingranilla;* on travaille à quelques unes et non aux autres : le sel gemme qu'on en tire est excellent, parce que cette espèce est toujours plus salée que celle qui se fait par évaporation, y ayant moins d'eau dans sa cristallisation.....

A une demi-lieue de là, on descend un peu pour entrer dans un terrain de plâtre où sont quelques collines.... Au bas de la couverture de plâtre, il y a un banc de sel gemme dont on ne sait point la profondeur, parce que quand les excavations passent trois cents pieds, il en coûte beaucoup pour tirer le sel, et quelquefois le terrain s'enfonce ou se remplit d'eau : alors on creuse de nouveaux puits ; car tout l'endroit est une masse énorme de sel mêlé en certaines places avec un peu de plâtre, et, dans d'autres, pur et rougeâtre, et le plus souvent cristallin..... Dans la mine de Cardona, au contraire, il n'y a point de plâtre, et cependant le sel en est si dur et si bien cristallisé, que l'on en fait des statues, de petits autels, et des meubles curieux. Celui de Mingranilla est dur aussi, mais moins que celui de Cardona, parce qu'il se casse comme quelques spaths fragiles..... Cette mine a dû être couverte anciennement d'une épaisseur de plus de huit cents pieds de matières étrangères, que les eaux ont peu à peu entraînées dans les lieux les plus bas.....

Dans une montagne où est le village de Valliera, on trouve une mine de sel gemme qui paroît hors de terre; du côté de l'entrée, et environ vingt pas en dedans, on voit que le sel, qui est blanc et abondant, a pénétré dans les couches de plâtre. Cette mine peut avoir en-

ment en Catalogne, où l'on voit, près de la ville de Cardonne[1], une montagne entière de sel. En d'autres

viron quatre cents pas de longueur; et différentes galeries latérales en ont plus de quatre-vingts, soutenues par des piliers de sel qui la font ressembler à une église gothique : le sel suit la direction de la colline, en penchant un peu au nord, comme les veines du plâtre; ce sel n'a qu'environ cinq pieds de haut..... Il paroît avoir rongé différentes couches de plâtre et de margue (marne) pour se placer où il est, quoiqu'il reste cependant assez de ces matières.

Au bout de la principale galerie... on voit que la bande de sel descend jusqu'au vallon, et passe à la colline qui est vis-à-vis... La voûte de cette mine est de plâtre... Ensuite il y a deux pouces de sel blanc, séparé du plâtre par quelques filons de terre saline; après il y a trois doigts de sel pur et deux de sel de pierre, et une bande de terre; ensuite une autre bande bleue suivie de deux pouces de sel; après quoi il y a des bandes alternatives de terre et de sel cristallin jusqu'au lit de la mine, qui est de plâtre : descendant au vallon et montant aux collines qui sont vis-à-vis, les bandes de terre sont d'un bleu obscur, et les lits de sel sont de couleur blanche. Cette mine est très élevée eu égard à la mer, parce que depuis Bayonne on monte toujours pour y arriver. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, pages 376 et suivantes.)

1. La ville de Cardonne est située au pied d'une montagne de sel qui est presque coupée perpendiculairement du côté de la rivière : cette montagne est une masse énorme de sel solide de quatre ou cinq cents pieds de haut, sans raies ni fentes, ni couches, et il n'y a point de plâtre aux environs; elle a une lieue de circuit..... On ignore la profondeur du sel, qui pour l'ordinaire est blanc; il y en a aussi du rouge..... d'autre d'un bleu clair : mais ces couleurs disparoissent lorsque le sel est écrasé, car dans cet état il est blanc.....

La superficie de la montagne est grande, cependant les pluies ne font pas diminuer le sel : la rivière qui coule au pied est néanmoins salée; et quand il pleut, la salaison augmente et fait mourir le poisson; mais ce mauvais effet ne s'étend pas à plus de trois lieues, après quoi le poisson se porte aussi bien qu'ailleurs. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, pages 410 et suivantes.) Les anciens ont parlé de ces montagnes de sel de l'Espagne. *Est*, dit Aulu-Gelle, *in his regionibus* (*Hispaniæ*) *mons ex sale mero magnus; quantum demas, tantum adrescit.* (Aulu-Gelle, livre II, chap. 22, *ex Catone.*)

endroits les amas de sel gemme forment des bancs d'une très grande épaisseur sur une étendue de deux ou trois lieues en longueur, et d'une largeur indéterminée, comme on l'a observé dans la mine de Wielitska en Pologne, qui est la plus célèbre de toutes celles du Nord.

Les bancs de sel y sont surmontés de plusieurs lits de glaises, mêlées, comme les autres glaises, d'un peu de sable et de débris de coquilles et autres productions marines. L'argile ou glaise contient l'acide, et les corps marins contiennent l'alcali. On pourroit donc imaginer qu'ils ont fourni l'alcali nécessaire pour former avec l'acide ce sel fossile : mais lorsqu'on jette les yeux sur l'épaisseur énorme de ces bancs de sel, on voit que, quand même la glaise et les corps marins qu'elle renferme se seroient entièrement dépouillés de leur acide et de leur alcali, ils n'auroient pu produire que les dernières couches superficielles de ces bancs, dont l'épaisseur étonne encore plus que leur étendue. Il me semble donc que, pour concevoir la formation de ces masses immenses de sel pur, il faut avoir recours à une cause plus puissante et plus ancienne que celle de la stillation des eaux et de la dissolution des sels contenus dans les terres qui surmontent ces salines. Elles ont commencé par être des marais salants, où l'eau de la mer en stagnation a produit successivement les couches de sel qui composent ces bancs, et qui se sont déposées les unes sur les autres à mesure qu'elles se formoient par l'évaporation des eaux qui arrivoient pour remplacer les premières, et qui laissoient de même déposer leur sel après l'évaporation; en sorte que, dans le temps où

la chaleur du globe étoit beaucoup plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui, le sel a dû se former bien plus promptement et plus abondamment qu'il ne se forme dans nos marais salants : aussi ce sel gemme est-il communément plus solide et plus pur que celui que nous obtenons en faisant évaporer les eaux salées; il a retenu moins d'eau dans sa cristallisation; il attire moins l'humidité de l'air, et ne se dissout qu'avec beaucoup de temps dans l'eau, à moins qu'on n'aide la dissolution par le secours de la chaleur.

On vient de voir, par les notes précédentes, que ces grands amas de sel gemme se trouvent tous ou sous des couches de glaise et de marne, ou sous des bancs de plâtre, c'est-à-dire sous des matières déposées et transportées par les eaux, et que par conséquent la formation de ces amas de sel est à peu près contemporaine aux dernières alluvions des eaux, dont les dépôts sont en effet les glaises mêlées de craie et les plâtres, matières dont la substance est analogue à celle du sel marin, puisqu'elles contiennent en même temps l'acide et l'alcali qui font l'essence de sa composition. Cependant, je le répète, ce ne sont pas les parties salines contenues dans ces bancs argileux, marneux, et plâtreux, qui seules ont pu produire ces énormes dépots de sel gemme, quand même ces bancs de terre auroient été de huit cents pieds plus épais, comme le dit M. Bowles; et ce ne peut être que par des alternatives d'alluvion et de desséchement, et par une évaporation prompte, que ces grandes masses de sel ont pu s'accumuler.

Pour mieux faire entendre cette formation successive, supposons que le sol sur lequel porte la dernière

couche saline fût alternativement baigné par les marées, et que pendant les six heures de l'alluvion du flux la chaleur fût alors assez grande, comme elle l'étoit en effet, pour causer, dans cet intervalle de six heures, la prompte évaporation de quelques pouces d'épaisseur d'eau : il se sera dès lors formé sur ce sol une première couche de sel de quelques lignes d'épaisseur, et, douze heures après, cette première couche aura été surmontée d'une autre, produite par la même cause ; en sorte que dans les lieux où la marée s'élevoit à une grande hauteur les amas de sel ont pu prendre presque autant d'épaisseur. Cette cause a certainement produit un tel effet dans plusieurs lieux de la terre, et particulièrement dans ceux où les amas de sel ne sont pas d'une très grande épaisseur, et quelques uns de ces amas semblent offrir encore la trace des ondes qui les ont accumulés ; mais dans les lieux où ces amas sont épais de cinquante et peut-être de cent pieds, comme à Wielitska en Pologne, et à Cardonne en Catalogne, on peut encore supposer très légitimement une seconde circonstance qui a pu concourir comme cause avec la première. Cette circonstance s'est trouvée dans les lieux où la mer formoit des anses ou des bassins, dans lesquels son eau stagnante devoit s'évaporer presque aussi vite qu'elle se renouveloit, ou bien s'évaporoit en entier lorsqu'elle ne pouvoit être renouvelée. On peut se former une idée de ces anciens bassins de la mer et de leur produit en sel par les lacs salés que nous connoissons en plusieurs endroits de la surface de la terre : une chaleur double de celle de la température actuelle causeroit en peu de temps l'entière évaporation de l'eau,

et laisseroit au fond toute la masse de sel qu'elle tient en dissolution, et l'épaisseur de ce dépôt salin seroit proportionnelle à la quantité d'eau contenue dans le bassin et enlevée par l'évaporation ; en sorte, par exemple, qu'en supposant huit cents brasses ou quatre mille pieds de profondeur au bassin, on auroit au moins cent pieds d'épaisseur de sel après l'évaporation de cette eau, qui, comme l'on sait, contient communément un quarantième de sel relativement à son poids. Je dis cent pieds *au moins*, car ici le volume augmente plus que proportionnellement à la masse. Je ne sais si cette augmentation relative a été déterminée par des expériences; mais je suis persuadé qu'elle est considérable, tant par la quantité d'eau que le sel retient dans sa cristallisation, que par les matières grasses et terreuses dont l'eau de la mer est toujours chargée, et que l'évaporation ne peut enlever.

Quoi qu'il en soit, les vues que je viens de présenter sont suffisantes pour concevoir la formation de ces prodigieux dépôts de sel, sur lesquels nous croyons devoir donner encore quelques détails importants. Voici l'ordre des différents bancs de terre et de pierre qu'on trouve avant de parvenir au sel dans les mines de Wielitska. « Le premier lit, celui qui s'étend jusqu'à l'intérieur de la mine, est de sable, c'est-à-dire un amas de grains fins arrondis, blancs, jaunâtres, et même rougeâtres. Ce banc de sable est suivi de plusieurs lits de terre argileuse plus ou moins colorée; mais le plus ordinairement ces terres ont la couleur de rouille de fer. Ces lits de terre, à une certaine profondeur, sont séparés par des lames de pierre que

leur peu d'épaisseur, jointe à leur couleur noirâtre, feroit regarder comme des ardoises; ce sont des pierres feuilletées... On descend d'abord dans le premier étage par une espèce de puits de huit pieds en carré, ayant deux cents pieds de France de profondeur, au lieu de six cents, comme on a voulu le dire... On y trouve une chapelle taillée dans la masse du sel, et qui peut avoir environ trente pieds de longueur sur vingt-quatre de largeur et dix-huit de hauteur. Tous les ornements et les images de cette chapelle sont aussi faits avec du sel... Il n'y a que neuf cents pieds de profondeur depuis le sommet de la mine jusque dans l'endroit le plus profond..... Et il est étonnant qu'on ait voulu persuader le public qu'il y avoit dans cette mine une espèce de ville souterraine, puisqu'il n'y a dans les galeries que quelques petites chambres qui sont destinées à enfermer les outils des ouvriers lorsqu'ils s'en vont le soir de la mine... Plus on pénètre profondément dans ces salines, plus l'on trouve le sel abondant et pur; si l'on rencontre quelques couches de terre, elles n'ont ordinairement que deux à trois pieds d'épaisseur et fort peu d'étendue. Toutes ces couches sont d'une glaise plus ou moins sableuse.

» On n'a point trouvé jusqu'à présent dans ces mines aucune production volcanique, telle que soufre, bitume, charbon minéral, etc., comme il s'en trouve dans les salines de Halle, de la haute Saxe, et du comté de Tyrol. On y trouve beaucoup de coquilles, principalement des bivalves et des madrépores....

» Je n'assurerai pas que ces mines aient, comme on le dit, trois lieues d'étendue en tous sens.... Mais il y a lieu de croire qu'elles communiquent à celles de

Bochnia (ville à cinq milles au levant de Wielitska), où l'on exploite le même sel. Le travail de Wielitska a toujours été dirigé du côté de Bochnia, et celui de Bochnia du côté de Wielitska, jusqu'en 1772, qu'on se trouva arrêté de part et d'autre par un lit de terre marneuse, ne contenant pas un atome de sel.... Mais l'administration ayant dirigé l'exploitation du côté du midi, on trouva du sel beaucoup plus pur....

» On détache ce sel de la masse en blocs qui ont ordinairement sept à huit pieds de longueur sur quatre de largeur et deux d'épaisseur; on emploie pour cela des coins de fer, et on opère à peu près de la manière qu'on le fait dans nos carrières pour en tirer la pierre de taille.... Lorsque ces gros blocs sont ainsi détachés, on les divise en trois ou quatre parties, dont on fait des cylindres pour en faciliter le transport.

» Les morceaux de sel que l'on trouve quelquefois dans cette mine de Wielitska se rencontrent par cubes isolés dans les couches de glaise, sans affecter de marche régulière, et quelquefois formant des bandes de deux à trois pouces d'épaisseur dans la masse du sel; mais celui qui se trouve en grains dans la glaise est toujours le plus beau, et on conduit presque tout ce sel blanc dans l'endroit que l'on appelle *la chancellerie*, qui est un bureau où travaillent quatre commis pendant la journée. Tout ce qui orne cette chancellerie, comme tables, armoires, etc., est en sel... Avec les morceaux de sel blanc les plus transparents, on travaille de jolis ouvrages qui ont différentes formes, comme des crucifix, des tables, des chaises, des tasses à café, des canons montés sur leurs affûts, des montres, des salières, etc. »

Nous ne pouvons douter qu'il n'y ait en France des mines de sel gemme, puisque nous y connoissons un grand nombre de fontaines salées, et dans nos provinces mêmes les plus éloignées de la mer : mais la recherche de ces mines est prohibée, et même l'usage de l'eau qui en découle nous est interdit par une loi fiscale, qui s'oppose au droit si légitime d'user de ce que la nature nous offre avec profusion ; loi de proscription contre l'aisance de l'homme et la santé des animaux, qui, comme nous, doivent participer aux bienfaits de la mère commune, et qui, faute de sel, ne vivent et ne se multiplient qu'à demi ; loi de malheur, ou plutôt sentence de mort contre les générations à venir, qui n'est fondée que sur le mécompte et sur l'ignorance, puisque le libre usage de cette denrée, si nécessaire à l'homme et à tous les êtres vivants, feroit plus de bien et deviendroit plus utile à l'État que le produit de la prohibition ; car il soutiendroit et augmenteroit la vigueur, la santé, la propagation, la multiplication des hommes et de tous les animaux utiles. La gabelle fait plus de mal à l'agriculture que la grêle et la gelée : les bœufs, les chevaux, les moutons, tous nos premiers aides dans cet art de première nécessité et de réelle utilité, ont encore plus besoin que nous de ce sel qui leur étoit offert comme l'assaisonnement de leur insipide herbage, et comme un préservatif contre l'humidité putride dont nous les voyons périr ; tristes réflexions que j'abrège en disant que l'anéantissement d'un bienfait de la nature est un crime dont l'homme ne se fût jamais rendu coupable s'il eût entendu ses véritables intérêts.

Les mines de sel se présentent dans tous les pays

où l'on a la liberté d'en faire usage; il y en a tout autant en Asie qu'en Europe; et le despotisme oriental, qui nous paroît si pesant pour l'humanité, s'est cependant abstenu de peser sur la nature. Le sel est commun en Perse et ne paie aucun droit; les salines y sont en grand nombre, tant à la surface que dans l'intérieur de la terre. On voit aux environs d'Astracan une montagne de sel gemme, où les habitants du pays, et même les étrangers, ont la liberté d'en prendre autant qu'il leur plaît. Il y a aussi des plaines immenses qui sont pour ainsi dire toutes couvertes de sel : on voit une semblable plaine de sel en Natolie. Pline dit que Ptolémée, en plaçant son camp près de Péluse, découvrit sous le sable une couche de sel que l'on trouva s'étendre de l'Égypte à l'Arabie. La mer Caspienne et plusieurs autres lacs sont plus ou moins salés[1]. Ainsi, dans les terres les plus éloignées de l'Océan, l'on ne manque pas plus de sel que dans les contrées maritimes, et partout il ne coûte que les frais de l'extraction ou de l'évaporation. En Afrique, il y a peut-être encore plus de mines de sel qu'en Europe et en Asie : les voyageurs citent les salines du cap de Bonne-Espérance; Kolbe surtout s'étend beaucoup sur la manière dont s'y forme le sel, et sur les moyens de le recueillir. En Abyssinie, il y a de vastes plaines

1. Pline, en parlant de rivières salées, qu'il place près de la mer Caspienne, dit que le sel forme une croûte à la surface, sous laquelle le fleuve coule, comme s'il étoit glacé; ce qu'on ne peut néanmoins entendre que des mers et des anses, où l'eau tranquille et dormante, et baissant dans les chaleurs, donnoit lieu à la voûte de sel de se former..... *Sed et summa fluminum durantur in salem, amne reliquo veluti sub gelu fluente, ut apud Caspias portas, quæ* salis flumina *appellantur.*

toutes couvertes de sel, et l'on y connoît aussi des mines de sel gemme; il s'en trouve de même aux îles du cap Vert, au cap Blanc; et comme la chaleur est excessive au Sénégal, en Guinée, et dans toutes les terres basses de l'Afrique, le sel s'y forme par une évaporation prompte et presque continuelle. Il s'en forme aussi sur la côte d'Or, et il y a des mines de sel gemme au Congo. En général, l'Afrique, comme la région la plus chaude de la terre, a peu d'eau douce, et presque tous les lacs et autres eaux stagnantes de cette partie du monde sont plus ou moins salés.

L'Amérique, surtout dans les contrées méridionales, est assez abondante en sel marin; il s'en trouve aussi dans les îles, et notamment à Saint-Domingue et sur plusieurs côtes du continent, ainsi que dans les terres de l'isthme de Panama, dans celles du Pérou, de la Californie, et jusque dans les terres Magellaniques.

Il y a donc du sel dans presque tous les pays du monde, soit en masses solides à l'intérieur de la terre, soit en poudre cristallisée à sa surface, soit en dissolution dans les eaux courantes ou stagnantes. Le sel en masse ou en poudre cristallisée ne coûte que la peine de le tirer de sa mine, ou celle de le recueillir sur la terre: celui qui est dissous dans l'eau ne peut s'obtenir que par l'évaporation; et dans les pays où les matières combustibles sont rares, on peut se servir avantageusement de la chaleur du soleil, et même l'augmenter par des miroirs ardents lorsque la masse de l'eau salée n'est pas considérable; et l'on a observé que les vents secs font autant et peut-être plus d'effet que le soleil sur la surface des marais salants. On voit, par le té-

moignage de Pline, que les Germains et les Gaulois tiroient le sel des fontaines salées par le moyen du feu; mais le bois ne leur coûtoit rien, ou si peu, qu'ils n'ont pas eu besoin de recourir à d'autres moyens : aujourd'hui, et même depuis plus d'un siècle, on fait le sel en France par la seule évaporation, en attirant l'eau de la mer dans de grands terrains qu'on appelle *des marais salants*. M. Montel a donné une description très exacte des marais salants de Peccais dans le bas Languedoc. On ne fait à Peccais qu'une récolte de sel chaque année, et le temps nécessaire à l'évaporation est de quatre ou cinq mois, depuis le commencement de mai jusqu'à la fin de septembre.

Il y a de même des marais salants en Provence, dans lesquels on fait quelquefois deux récoltes chaque année, parce que la chaleur et la sécheresse de l'été y sont plus grandes; et comme la mer Méditerranée n'a ni flux ni reflux, il y a plus de sûreté et moins d'inconvénients à établir des marais salants dans son voisinage que dans celui de l'Océan. Les seuls marais salants de Peccais, dit M. Montel, rapportent à la ferme générale sept ou huit millions par an. Pour que la récolte du sel soit regardée comme bonne, il faut que la couche de sel produite par l'évaporation successive, pendant quatre à cinq mois, soit épaisse de deux pouces et demi ou trois pouces. Il est dit dans la *Gazette d'agriculture* « Qu'en 1775 il y avoit plus de quinze cents hommes employés à recueillir et entasser le sel dans les marais de Peccais : indépendamment de ces salines et de celles de Saint-Jean et de Roquemaure, où le sel s'obtient par industrie, il s'en forme tout naturellement des quantités mille fois

plus considérables dans les marais qui s'étendent jusqu'auprès de Martigues en Provence. L'imagination peut à peine se figurer la quantité étonnante de sel qui s'y trouve cette année : *tous les hommes, tous les bestiaux de l'Europe ne pourroient la consommer en plusieurs années*, et il s'en forme à peu près autant tous les ans.

» Pour garder, ce n'est pas dire conserver, mais bien perdre, tout ce sel, il y aura une brigade de gardes à cheval, nommée dans le pays du nom sinistre de *brigade noire*, laquelle va campant d'un lieu à un autre, et envoyant journellement des détachements de tous les côtés. Ces gardes ont commencé à camper vers la fin de mai; ils resteront sur pied, suivant la coutume, jusqu'à ce que les pluies d'automne aient fondu et dissipé tout ce sel naturel. »

On voit, par ce récit, qu'on pourroit épargner le travail des hommes, et la dépense des digues et autres constructions nécessaires au maintien des marais salants, si l'on vouloit profiter de ce sel que nous offre la nature : il faudroit seulement l'entasser comme on entasse celui qui s'est déposé dans les marais salants, et le conserver pendant trois ou quatre ans, pour lui faire perdre son amertume et son eau superflue. Ce n'est pas que ce sel, trop nouveau, soit nuisible à la santé, mais il est de mauvais goût; et tout celui qu'on débite au public dans les greniers à sel doit, par les réglements, avoir été *facturé* deux ou trois ans auparavant.

Malgré l'inconvénient des marées, on n'a pas laissé d'établir des marais salants sur l'Océan comme sur la Méditerranée, surtout dans le bas Poitou, le pays

d'Aunis, la Saintonge, la Bretagne, et la Normandie : le sel s'y fait de même par l'évaporation de l'eau marine. « Or on facilite cette évaporation, dit M. Guettard, en faisant circuler l'eau autour de ces marais, et en la recevant ensuite dans de petits carrés qui se forment au moyen d'espèces de vannes : l'eau, par son séjour, s'y évapore plus ou moins promptement, et toujours proportionnellement à la force de la chaleur du soleil ; elle y dépose ainsi le sel dont elle est chargée. » Cet académicien décrit ensuite avec exactitude les salines de Normandie dans la baie d'Avranches, sur une plage basse où le mouvement de la mer se fait le moins sentir, et donne le temps nécessaire à l'évaporation. Voici l'extrait de cette description : On ramasse le sable chargé de ce dépôt salin, et cette récolte se fait pendant neuf ou dix mois de l'année ; on ne la discontinue que depuis la fin de décembre jusqu'au commencement d'avril.... On transporte ce sable mêlé de sel dans un lieu sec, où on en fait de gros tas en forme de spirale ; ce qui donne la facilité de monter autour pour les exhausser autant qu'on le juge à propos : on couvre ces tas avec des fagots, sur lesquels on met un enduit de terre grasse pour empêcher la pluie de pénétrer.... Lorsqu'on veut travailler ce sable salin, on découvre peu à peu le tas ; et à mesure qu'on enlève le sable, on le lave dans une fosse enduite de glaise bien battue et revêtue de planches, entre les joints desquelles l'eau peut s'écouler. On met dans cette fosse cinquante ou soixante boisseaux de ce sable salin, et on y verse trente ou trente-cinq seaux d'eau ; elle passe à travers le sable et dissout le sel qu'il contient : on la conduit par des gouttières dans des cuves

carrées de trois pieds, qui sont placées dans un bâtiment qui sert à l'évaporation ; on examine avec une éprouvette si cette eau est assez chargée de sel ; et si elle ne l'est pas assez, on enlève le sable de la fosse et on y en remet de nouveau. Lorsque l'eau se trouve suffisamment salée, on la transvase dans des vaisseaux de plomb qui n'ont qu'un ou deux pouces de profondeur sur vingt-six pouces de longueur et vingt-deux de largeur ; on place ces plombs sur un fourneau qu'on échauffe avec des fagots bien secs : l'évaporation se fait en deux heures. On remet alors de la nouvelle eau salée dans les vaisseaux de plomb, et on la fait évaporer de même. La quantité de sel que l'on retire en vingt-quatre heures, au moyen de ces opérations répétées, est d'environ cent livres dans trois vaisseaux de plomb des dimensions ci-dessus. On donne d'abord un feu assez fort, et on le continue ainsi jusqu'à ce qu'il se forme une petite fleur de sel sur l'écume de cette eau; on enlève alors cette écume et on ralentit le feu. L'évaporation étant achevée, on remue le sel avec une pelle pour le dessécher; on le jette dans des paniers en forme d'entonnoir, où il peut s'égoutter. Ce sel, quoique tiré par le moyen du feu, et dans un pays où le bois est cher, ne se vend guère que 3 livres 10 sous les cinquante livres pesant. Il y a aussi en Bretagne soixante petites fabriques de sel par évaporation, tiré des vases et sables de la mer, dans lesquels on mêle un tiers de sel gris pour le purifier et porter les liqueurs à quinze sur cent.

On fait aussi du sel en grand dans quelques cantons de cette même province de Bretagne ; on tire des marais salants de la baie de Bourgneuf seize ou

dix-sept mille muids de sel, et l'on estime que ceux de Guérande et du Croisic produisent, année commune, environ vingt-cinq mille muids.

En Franche-Comté, en Lorraine, et dans plusieurs autres contrées de l'Europe et des autres parties du monde, le sel se tire de l'eau des fontaines salées. M. de Montigny, de l'Académie des Sciences, a donné une bonne description des salines de la Franche-Comté, et du travail qu'elles exigent. Voici l'extrait de ses observations. « Les eaux, dit M. de Montigny, de tous les puits salés, tant de Salins que de Montmorot, contiennent en dissolution, avec le sel marin ou *sel gemme*, des gypses ou sélénites gypseuses; des sels composés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse; du sel de Glauber; des sels déliquescents, composés de l'acide marin engagé dans une base terreuse; une terre alcaline très blanche, que l'on sépare du sel gemme lorsqu'on le tient longtemps en fusion dans un creuset; enfin une espèce de glaise très fine, et quelques parties grasses, bitumineuses, ayant une forte odeur de pétrole. Toutes ces eaux portent un principe alcalin surabondant.... Elles ne sont point mêlées de vitriols métalliques....

» Les sels en petits grains, ainsi que les sels en pain, se sont également trouvés chargés d'un alcali terreux.... Ainsi ces sels ne sont pas, comme le sel marin, dans un état de neutralité parfaite.

» Le sel à gros grains de Montmorot est le seul que nous ayons trouvé parfaitement neutre.... Ce sel à gros grains est tiré des mêmes eaux que le sel à petits grains; mais il est formé par une évaporation beaucoup plus lente : il vient en cristaux plus gros, très

réguliers, et en même temps beaucoup plus purs.... Si les eaux des fontaines salées ne contenoient que du sel gemme en dissolution, l'évaporation de ces eaux, plus lente ou plus prompte, n'influeroit en rien sur la pureté du sel..... On ne peut donc séparer les matières étrangères de ces sels de Franche-Comté que par une très lente évaporation; et cependant c'est avec les sels à petits grains, faits par une très prompte évaporation, que l'on fabrique tous les sels en pain, dont l'usage est général dans toute la Franche-Comté.... On met les pains de sel qu'on vient de fabriquer sur des lits de braises ardentes, où ils restent pendant vingt-cinq, trente, et même quarante heures, jusqu'à ce qu'ils aient acquis la sécheresse et la dureté nécessaires pour résister au transport[1].... Le mélange du sel de Glauber, de gypse, de bitume, et de sel marin à base terreuse, qui vient par la réduction de ces eaux, est d'une amertume inexprimable....

» La saveur et la qualité du sel marin sont fort altérées par le mélange du gypse lorsque les eaux ne

1. Nous devons observer que cette pratique de mettre le sel à l'exposition du feu pour le durcir, est très préjudiciable à la pureté et à la qualité du sel :

1° Parce que pour mouler le sel, il faut qu'il soit humecté de son eau-mère que le feu ne fait que dessécher en agglutinant la masse saline, et cette eau-mère est une partie impure qui reste dans le sel.

2° Une partie du gypse se décompose; son acide vitriolique agit sur la base du sel marin, le dénature, et le rend amer.

3° Le sel marin le plus pur reçoit une altération très sensible par la calcination; il devient plus caustique; une partie de l'acide s'en dissipe, et laisse une base terreuse qui procède de la décomposition de l'acide minéral. La décomposition du sel est si sensible, que l'on ne peut rester dans les étuves du grillage, à cause des vapeurs acides qui affectent la poitrine et les yeux.

reçoivent pas assez de chaleur pour en opérer la séparation, et la quantité du gypse est fort considérable dans les eaux de Salins.... Le gypse de Salins rend le sel d'un blanc opaque, et le gypse de Montmorot lui donne sa couleur grise.... Lorsque les eaux sont foibles en salure, comme celles de Montmorot, on a trouvé le moyen de les concentrer par une méthode ingénieuse et qui multiple l'évaporation sans feu. »

Ces fontaines salées de la Franche-Comté, qui fournissent du sel à toute cette province et à une partie de la Suisse, ne sont pas plus abondantes que celles qui se trouvent en Lorraine, et qui s'exploitent dans les petites villes de Dieuze, Moyenvic, et Château-Salins, toutes situées le long de la vallée qu'arrose la rivière de Seille. A Rosières, dans la même province, étoit une saline des plus belles de l'Europe par l'étendue de son bâtiment de graduation; mais cette saline est détruite depuis environ vingt ans. A Dieuze, non plus qu'à Moyenvic et à Château-Salins, on n'a pas besoin de ces grands bâtiments ou hangars de graduation pour évaporer l'eau, parce que d'elle-même elle est assez chargée pour qu'on puisse, en la soumettant immédiatement à l'ébullition, en tirer le sel avec profit.

Il se trouve aussi des sources et fontaines salées dans le duché de Bourgogne et dans plusieurs autres provinces, où la ferme générale entretient des gardes pour empêcher le peuple de puiser de l'eau dans ces sources. Si l'on refuse ce sel aux hommes, on devroit au moins permettre aux animaux de s'abreuver de cette eau, en établissant des bassins dans lesquels ces mêmes gardes ne laisseroient entrer que les bœufs

et les moutons, qui ont autant et peut-être plus besoin que l'homme de ce sel pour prévenir les maladies de pourriture qui les font périr; ce qui, je le répète, cause beaucoup plus de perte à l'État que la vente du sel ne donne de profit.

Dans quelques endroits ces fontaines salées forment de petits lacs; on en voit un aux environs de Courtezon, dans la principauté d'Orange. « Des hommes, dit M. Guettard, intéressés à ce qu'on ne fasse point d'usage de cette eau, ordonnent de *trépigner* et mêler ainsi avec la terre le sel qui peut, dans la belle saison, se cristalliser sur les bords de cet étang. L'eau en est claire et limpide, un peu onctueuse au toucher, d'un goût passablement salé. Ce petit lac est éloigné de la mer d'environ vingt lieues. S'il n'étoit dû qu'à une masse d'eau de mer restée dans cet endroit, bientôt la seule évaporation auroit suffi pour le tarir. Ce lac ne reçoit point de rivière; il faut donc nécessairement qu'il sorte de son fond des sources d'eau salée pour l'entretenir. »

Dans d'autres pays où la nature, moins libérale que chez nous, est en même temps moins insultée, et où on laisse aux habitants la liberté de recueillir et de solliciter ses bienfaits, on a su procurer, et pour ainsi dire créer, des sources salées là où il n'en existoit pas, en conduisant, par de grands et ingénieux travaux, des cours d'eau à travers des couches de terre ou de pierre imbues ou imprégnées de sel, que ces eaux dissolvent et dont elles sortent chargées. C'est à M. Jars que nous devons la connoissance et la description de cette singulière exploitation, qui se fait dans le voisinage de la ville de Halle en Tyrol.

« Le sel, dit-il, est mélangé dans cette mine avec un rocher de la nature de l'ardoise, qui en contient dans tous ses lits ou divisions.... Pour extraire le sel de cette masse, on commence par ouvrir une galerie, en partant d'un endroit où le rocher est ferme, et on l'avance d'une vingtaine de toises; ensuite on en fait une seconde de chaque côté d'environ dix toises, et d'autres encore qui leur sont parallèles, de sorte qu'il ne reste dans cet espace que des piliers distants les uns des autres de cinq pieds, et qui ont à peu près les mêmes dimensions en carré, sur six pieds de hauteur, qui est celle des galeries. Pendant qu'on travaille à ces excavations, d'autres ouvriers sont occupés à faire des mises ou entailles de chaque côté de la galerie principale, qui a été commencée dans le rocher ferme, pour y placer des pièces de bois et y former une digue qui serve à retenir l'eau; et dans la partie inférieure de cette digue on laisse une ouverture pour y mettre une bonde ou un robinet. Lorsque le tout est exactement bouché, on y fait arriver de l'eau douce par des tuyaux qui partent du sommet de la montagne; peu à peu le sel se dissout à mesure que l'eau monte dans la galerie.... Dans quelques unes des excavations de cette mine l'eau séjourne cinq, six, et même douze mois avant que d'être saturée; ce qui dépend de la richesse de la veine de sel et de l'étendue de l'excavation.... Ce n'est que quand l'eau est entièrement saturée que l'on ouvre les robinets des digues pour la faire couler et la conduire par des tuyaux de bois jusqu'à Halle, où sont les chaudières d'évaporation. »

Dans les contrées du nord où l'eau de la mer se

glace, on pourroit tirer le sel de cette eau en la recevant dans des bassins peu profonds, et la laissant exposée à la gelée; le sel abandonne la partie qui se glace et se concentre dans la portion inférieure de l'eau, qui, par ce moyen assez simple, se trouve beaucoup plus salée qu'elle ne l'étoit auparavant.

Il semble que la nature ait pris elle-même le soin de combiner l'acide et l'alcali pour former ce sel qui nous est le plus utile, le plus nécessaire de tous, et qu'elle l'ait en même temps accumulé, répandu en immense quantité sur la terre et dans toutes les mers; l'air même est imprégné de ce sel; il entre dans la composition de tous les êtres organisés; il plaît au goût de l'homme et de tous les animaux; il est aussi reconnoissable par sa figure que recommandable par sa qualité; il se cristallise plus facilement qu'aucun autre sel, et ses cristaux sont des cubes presque parfaits[1]; il est moins soluble que plusieurs autres sels, et la chaleur de l'eau, même bouillante, n'augmente que très peu sa solubilité : néanmoins il attire si puissamment l'humidité de l'air, qu'il se réduit en liqueur si on le tient dans des lieux très humides; il décrépite sur le feu par l'effort de l'air qui se dégage alors de ses cristaux, dont l'eau s'évapore en même temps : et cette eau de cristallisation qui, dans certains sels, comme l'alun, paroît faire plus de la moitié de la masse saline, n'est dans le sel marin qu'en petite quantité; car en le faisant calciner et même fondre à un feu violent, il n'éprouve aucune décomposition, et forme une masse opaque et blanche, également

1. Les grains figurés en trémies sont de petits cubes groupés les uns contre les autres.

saline, et du même poids à peu près[1] qu'avant la fusion ; ce qui prouve qu'il ne perd au feu que de l'air, et qu'il contient très peu d'eau.

Ce sel, qui ne peut être décomposé par le feu, se décompose néanmoins par les acides vitrioliques et nitreux, qui, ayant plus d'affinité avec son acide, s'en saisissent, et lui font abandonner sa base alcaline : autre preuve que les trois acides, vitriolique, nitreux, et marin, sont de la même nature au fond, et qu'ils ne diffèrent que par les modifications qu'ils ont subies. Aucun de ces trois acides ne se trouve pur dans le sein de la terre; et lorsqu'on les compare, on voit que l'acide marin ne diffère du vitriolique qu'en ce qu'il est moins pesant et plus volatil, qu'il saisit moins fortement les substances alcalines, et qu'il ne forme presque toujours avec elles que des sels déliquescents : il ressemble à l'acide nitreux par cette dernière propriété, qui prouve que tous deux sont plus foibles que l'acide vitriolique, dont on peut croire qu'ils se sont formés, en ne perdant pas de vue leur première origine, qu'il ne faut pas confondre avec leur formation secondaire et leur conversion réciproque. L'acide aérien a été le premier formé; il n'est composé que d'air et de feu. Ces deux éléments, en se combinant avec la terre vitrifiée, ont d'abord produit l'acide vitriolique ; ensuite l'acide marin s'est produit par leur combinaison avec les matières calcaires; et enfin l'acide nitreux a été formé par l'union de ce même acide aérien avec la terre limoneuse et les autres débris putréfiés des corps organisés.

1. Le sel marin ne perd qu'un huit-centième de son poids par la calcination.

Comme l'acide marin est plus volatil que le nitreux et le vitriolique, on ne peut le concentrer autant. Il ne s'unit pas de même avec la matière du feu; mais il se combine pleinement avec les alcalis fixe et volatil : il forme avec le premier le sel marin, et avec le second un sel très piquant qui se sublime par la chaleur.

Quoique l'acide marin ne soit qu'un foible dissolvant en comparaison des acides vitriolique et nitreux, il se combine néanmoins avec l'argent et avec le mercure; mais sa propriété la plus remarquable, c'est qu'étant mêlé avec l'acide nitreux ils font ensemble ce que l'acide vitriolique ne peut faire : ils dissolvent l'or, qu'aucun autre dissolvant ne peut entamer; et quoique l'acide marin soit moins puissant que les deux autres, il forme néanmoins des sels plus corrosifs avec les substances métalliques; il les dissout presque toutes avec le temps, surtout lorsqu'il est aidé de la chaleur, et il agit même plus efficacement sur leurs chaux que les autres acides.

Comme toute la surface de la terre a été long-temps sous les eaux, et que c'est par les mouvements de la mer qu'ont été formées toutes les couches qui enveloppent le noyau du globe fondu par le feu, il a dû rester, après la retraite des eaux, une grande quantité des sels qui y étoient dissous : ainsi les acides de ces sels doivent être universellement répandus. On a donné le nom d'*acide méphitique* à leurs émanations volatiles; cet *acide méphitique* n'est que notre acide aérien, qui, sous la forme d'air fixe, se dégage des sels et enlève une petite quantité de leur acide particulier, auquel il étoit uni par l'intermède de l'eau :

aussi cet acide se manifeste-t-il dans la plupart des mines sous la forme de *moufette suffocante*, qui n'est autre chose que de l'air fixe stagnant dans ces profonds souterrains ; et ce phénomène offre une nouvelle et grande preuve de la production primitive de l'acide aérien et de sa dispersion universelle dans tous les règnes de la nature. Toutes les matières minérales en effervescence et toutes les substances végétales ou animales en fermentation peuvent donc produire également de l'acide méphitique ; mais les seules matières animales et végétales en putréfaction produisent assez de cet acide pour donner naissance au sel de nitre.

DU NITRE.

L'ACIDE nitreux est moins fixe que l'acide vitriolique, et moins volatil que l'acide marin ; tous trois sont toujours fluides, et on ne les trouve nulle part dans un état concret, quoiqu'on puisse amener à cet état l'acide vitriolique en le concentrant par une chaleur violente : mais il se résout bientôt en liqueur dès qu'il est refroidi. Cet acide ne prend point de couleur au feu, et il y reste blanc ; l'acide marin y devient jaune, et l'acide nitreux paroît d'abord vert : mais sa vapeur, en se mêlant avec l'air, devient rouge, et il prend lui-même cette couleur rouge par une forte concentration. Cette vapeur que l'alcali nitreux exhale a de l'odeur et colore la partie vide des vaisseaux de verre

dans lesquels on le tient renfermé ; comme plus volatil, il est aussi moins pesant que l'acide vitriolique, qui pèse plus du double de l'eau, tandis que la pesanteur spécifique de l'acide nitreux n'est que de moitié plus grande que celle de l'eau pure.

Quoique plus foible à certains égards que l'acide vitriolique, l'acide nitreux ne laisse pas de le vaincre à la distillation en le séparant de l'alcali. Or l'acide vitriolique ayant plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alcali, comment se peut-il que cet alcali lui soit enlevé par ce second acide? Cela ne prouve-t-il pas que l'acide aérien réside en grande quantité dans l'acide nitreux et qu'il est la cause médiate de cette décomposition opposée à la loi commune des affinités?

On peut enlever à tous les sels l'eau qui est entrée dans leur cristallisation, et sans laquelle leurs cristaux ne se seroient pas formés. Cette eau, ni la forme en cristaux, ne sont donc point essentielles aux sels, puisque, après en avoir été dépouillées, ils ne sont point décomposés, et qu'ils conservent toutes leurs propriétés salines. Le nitre seul se décompose lorsqu'on le prive de cette eau de cristallisation ; et cela démontre que l'eau, ainsi que l'acide aérien, entrent dans la composition de ce sel, non seulement comme parties intégrantes de sa masse, mais même comme parties constituantes de sa substance et comme éléments nécessaires à sa formation.

Le nitre est donc de tous les sels le moins simple ; et quoique les chimistes aient abrégé sa définition en disant que c'est un sel composé d'acide nitreux et d'alcali fixe végétal, il me paroît que c'est non seulement un composé, mais même un *surcomposé* de

l'acide aérien par l'eau, la terre, et le feu fixe des substances animales et végétales exaltées par la fermentation putride : il réunit les propriétés des acides minéraux, végétaux, et animaux; quoique moins fort que l'acide vitriolique par sa qualité dissolvante, il produit d'autres plus grands effets; il semble même augmenter la force du plus puissant des éléments en donnant au feu plus de violence et plus d'activité.

L'acide nitreux attaque presque toutes les matières métalliques; il dissout avec autant de promptitude que d'énergie toutes les substances calcaires et toutes les terres mêlées des détriments des végétaux et des animaux; il forme avec presque toutes des sels déliquescents; il agit aussi très fortement sur les huiles, et même il les enflamme lorsqu'il est bien concentré : mais en l'affoiblissant avec de l'eau, et l'unissant à l'huile, il forme des sels savonneux; et en le mêlant, dans cet état aqueux, avec l'esprit-de-vin, il s'adoucit au point de perdre presque toute son acidité, et l'on en peut faire une liqueur éthérée semblable à l'éther qui se fait avec l'esprit-de-vin et l'acide vitriolique. Ce dernier acide peut prendre une forme concrète, à force de concentration : l'acide nitreux, plus volatil, reste toujours liquide et s'exhale continuellement en vapeurs; il attire l'humidité de l'air, mais moins fortement que l'acide vitriolique. Il en est de même de l'effet que ces deux acides produisent en les mêlant avec l'eau : la chaleur est plus forte et le bouillonnement plus grand par le vitriolique que par le nitreux; celui-ci est néanmoins très corrosif, et ce qu'on appelle *eau-forte* n'est que ce même acide nitreux affoibli par une certaine quantité d'eau.

Cet acide, ainsi que tous les autres, provient originairement de l'acide aérien, et il semble en être plus voisin que les deux autres acides minéraux; car il est évidemment uni à une grande quantité d'air et de feu : la preuve en est que l'acide nitreux ne se trouve que dans les matières imprégnées des déjections ou des débris putréfiés des végétaux et des animaux, qui contiennent certainement plus d'air et de feu qu'aucun des minéraux. Ce n'est qu'en unissant ces acides minéraux avec l'acide aérien, ou avec les substances qui en contiennent, qu'on peut les amener à la forme d'acide nitreux; par exemple, on peut faire du nitre avec de l'acide vitriolique et de l'urine : et de même l'acide sulfureux volatil, qui n'est que l'acide vitriolique uni avec l'air et le feu, approche autant de la nature de l'acide nitreux qu'il s'éloigne de celle de l'acide vitriolique, duquel néanmoins il ne diffère que par ce mélange qui le rend volatil et lui donne l'odeur du soufre qui brûle. De plus, l'acide nitreux et l'acide sulfureux se ressemblent encore, et diffèrent de l'acide vitriolique en ce qu'ils altèrent beaucoup plus les couleurs des végétaux que l'acide vitriolique, et que les cristallisations des sels qu'ils forment avec l'alcali se ressemblent entre elles autant qu'elles diffèrent de celle du tartre vitriolé.

Tout nous porte donc à croire que l'acide nitreux est moins simple et plus surchargé d'air et de feu que tous les autres acides; que même, comme nous l'avons dit, ce sel est un *surcomposé* de feu et d'air accumulés et concentrés avec une petite portion d'eau et de terre par le travail profond et la chaleur intime de l'organisation animale et végétale; qu'enfin ces mê-

mes éléments y sont exaltés et développés par la fermentation putride.

De tous les sels, le nitre est celui qui se dissout, se détruit, et s'évanouit le plus complètement et le plus rapidement, et toujours avec une explosion qui démontre le combat intestin et la puissante expansion des fluides élémentaires, qui s'écartent et se fuient à l'instant que leurs liens sont rompus.

En présentant le phlogistique, c'est-à-dire le feu animé par l'air, à l'acide vitriolique, le feu, comme nous l'avons dit, se fixe par cet acide, et il en résulte une nouvelle substance qui est le soufre. En présentant de même le phlogistique à l'acide du nitre, il devroit, suivant l'ingénieuse idée de Stahl, se former un soufre nitreux; mais tel est l'excès du feu renfermé dans cet acide, que le soufre s'y détruit à l'instant même qu'il se forme, la moindre accession d'un nouveau feu suffisant pour le dégager de ses liens et le mettre en explosion.

Cette détonation du nitre est le plus terrible phénomène que la nature, sollicitée par notre art, ait jusqu'ici manifesté. Si le feu de Prométhée fut dérobé aux cieux, celui-ci semble pris au Tartare, portant partout la ruine et la mort : combiné par un génie funeste, ou plutôt soufflé par le démon de la guerre, il est devenu le grand instrument de la destruction des hommes et de la dévastation de la terre.

Ce redoutable effet du nitre enflammé est causé par la propriété qu'il a de s'allumer en un instant dans toutes les parties de sa masse, dès qu'elles peuvent être atteintes par la flamme. La surabondance de son propre feu n'attend que le plus léger contact de cet

élément pour s'y réunir en rompant ses liens avec une force et une violence à laquelle rien ne peut résister. L'inflammation de la première particule communiquant son feu à celles qui l'avoisinent, et ainsi de proche en proche dans toute la masse, avec une inconcevable rapidité, et dans un instant pour ainsi dire indivisible, la somme de toutes ces explosions simultanées forme la détonation totale, d'autant plus redoutable qu'elle est plus renfermée, et que les résistances qu'on lui oppose sont plus grandes; car c'est encore une des propriétés particulières du nitre, et qui décèle de plus en plus sa nature ignée et aérienne, que de brûler et détoner en vaisseaux clos, et sans avoir besoin, comme toute autre matière combustible, du contact et du ressort de l'air libre.

La plus grande force de la poudre à canon tient donc à ce que tout son nitre s'enflamme, et s'enflamme à la fois, ou dans le plus petit temps possible. Or cet effet dépend d'abord de la pureté du nitre, et ensuite de la proportion et de l'intimité de son mélange avec le soufre et le charbon destinés à porter l'inflammation sur toutes les parties du nitre. L'expérience a fait connoître que la meilleure proportion de ce mélange pour faire la poudre à canon est de soixante-quinze parties de nitre sur quinze parties et demie de soufre et neuf parties et demie de charbon. Néanmoins le charbon et le soufre ne contribuent pas par eux-mêmes à l'explosion du nitre; ils ne servent, dans la composition de la poudre, qu'à porter et communiquer subitement le feu à toutes les parties de sa masse; et même l'on pourroit dans le mélange supprimer le charbon, et ne se servir que du soufre

pour porter la flamme sur le nitre ; car M. Baumé dit avoir fait de très bonne poudre à canon par cette seule mixtion du soufre et du nitre.

Comme cet usage du nitre ou salpêtre n'est malheureusement que trop universel, et que la nature semble s'être refusée à nous offrir ce sel en grande quantité, on a cherché des moyens de s'en procurer par l'art, et ce n'est que de nos jours qu'on a tâché de perfectionner la pratique de ces procédés : c'est l'objet du prix annoncé pour l'année prochaine [1] par l'Académie des Sciences, sur les nitrières artificielles. Ces recherches auront sans doute pour point de vue d'exposer au libre contact de l'air, sous le plus de surface possible, et dans un degré de température et d'humidité convenables à la fermentation, un mélange proportionné de matières végétales et animales en putréfaction. Les substances animales produisent, à la vérité, du nitre en plus grande abondance que les matières végétales ; mais ce nitre formé par la putréfaction des animaux est à base terreuse et sans alcali fixe, et les végétaux putréfiés, ou les résidus de leur combustion, peuvent seuls fournir au nitre cette base d'alcali fixe.

On obtiendra donc du bon nitre toutes les fois qu'on exposera au contact et à l'impression de l'air des matières végétales et animales en putréfaction, soit en les mêlant avec des pierres et terres poreuses, suivant le procédé que nous indique la nature en nous offrant le nitre produit dant les plâtras et les craies; soit en projetant ces matières sur des fagots

1. Ceci a été écrit dans l'année 1781.

ou fascines, ainsi que le propose M. Macquer : supposé néanmoins que ce mélange soit entretenu dans le degré de température et d'humidité nécessaires pour soutenir la fermentation putride ; car cette dernière circonstance n'est pas moins essentielle que le concours de l'air pour la production du nitre, même de celui qui se forme naturellement.

La nature n'a point produit de nitre en masse : il semble qu'elle ait, comme nous, besoin de tout son art pour former ce sel ; c'est par la végétation qu'elle le travaille et le développe dans quelques plantes, telles que les *borraginés*, les *soleils*, etc. : et il est à présumer que ces plantes, dans lesquelles le nitre est tout formé, le tirent de la terre et de l'air avec la sève ; car l'acide aérien réside dans l'atmosphère et s'étend à la surface de la terre ; il devient acide nitreux en s'unissant aux éléments des matières animales et végétales putréfiées, et il se formeroit du nitre presque partout si les pluies ne le dissolvoient pas à mesure qu'il se produit : aussi l'on ne trouve du nitre en nature et en quantité sensible que dans quelques endroits des climats secs et chauds, comme en Espagne et en Orient, et dans le nouveau continent, au Pérou, sur des terrains de tout temps incultes, où la putréfaction des corps organisés s'est opérée sans trouble, et a été aidée de la chaleur et maintenue par la sécheresse. Ces terres sont quelquefois couvertes d'une couche de salpêtre de deux ou trois lignes d'épaisseur ; il est semblable à celui que l'on recueille sur les parois des vieux murs, en les balayant légèrement avec un houssoir, d'où lui vient le nom de *salpêtre de houssage*. C'est par la même raison que l'on trouve des couches

de salpêtre naturel sur la craie et sur le tuf calcaire, dans les endroits caverneux où ces terres sont à l'abri des pluies, et j'en ai moi-même recueilli sous des voûtes et dans des cavités de carrières de pierre calcaire où l'eau avoit pénétré et entraîné ce sel, qui s'étoit formé à la surface du terrain. Mais rien ne prouve mieux la nécessité du concours de l'acide aérien, pour la formation du nitre, que les observations de M. le duc de La Rochefoucauld, l'un de nos plus illustres et plus savants académiciens. Il les a faites sur le terrain de la montagne de *La Roche-Guyon*, située entre Mantes et Vernon : cette montagne n'est qu'une masse de craie dans laquelle on a pratiqué quelques habitations, où l'on a trouvé et recueilli du nitre en efflorescence et quelquefois cristallisé. Cela n'a rien d'extraordinaire, puisque ces lieux étoient habités par les hommes et les animaux : aussi M. le duc de La Rochefoucauld s'est-il attaché à reconnoître si la craie de l'intérieur de la montagne contenoit du nitre comme en contiennent ses cavités et sa surface; et il s'est convaincu, par des observations exactes et appuyées d'expériences décisives, que ni le nitre ni l'acide nitreux n'existent dans la craie qui n'a pas été exposée aux impressions de l'air; et il prouve, par d'autres expériences, que cette seule impression de l'air suffit pour produire l'acide nitreux dans la craie. Voilà donc évidemment l'acide nitreux ramené à l'acide aérien; car l'alcali végétal, qui sert de base au nitre, est tout aussi évidemment produit par la décomposition putride des végétaux, et c'est par cette raison qu'on trouve du nitre tout formé dans la terre végétale et sur la surface spongieuse de la craie, des tufs,

et des autres substances calcaires[1]. Mais en général le salpêtre naturel n'est nulle part assez abondant pour qu'on puisse en ramasser une grande quantité; et pour y suppléer, on est obligé d'avoir recours à l'art. Une simple lessive suffit pour le tirer de ces terres où il se forme naturellement. Les matières qui en contiennent le plus sont les terres crétacées, et surtout les débris des mortiers et des plâtres qui ont été employés dans les bâtiments, et cependant on n'en extrait guère qu'une livre par quintal; et comme il s'en fait une prodigieuse consommation, on a cherché à combiner les matières et les circonstances nécessaires pour augmenter et accélérer la formation de ce sel.

En Prusse et en Suède on fait du salpêtre en amoncelant, par couches alternatives, du gazon, des cendres, de la chaux, et du chaume : on délaie ces trois premières matières avec de l'urine et de l'eau-mère de salpêtre; on arrose de temps en temps d'urine les couches qui forment ce monceau, qu'on établit sous un hangar, à l'abri de la pluie : le salpêtre se forme et se cristallise à la surface du tas en moins d'un an, et on assure qu'il s'en produit ordinairement pendant dix ans. Nous avons suivi cette méthode en France, et on pourra peut-être la perfectionner[2]; mais jusqu'à ce jour on a cherché le salpêtre dans toutes les habi-

1. En Normandie, du côté d'Évreux, près du château de M. le duc de Bouillon, il y a une fabrique de salpêtre entretenue par la lixiviation des raclures de la craie des rochers, que l'on ratisse sept à huit fois par an.

2. Il y a quatorze ou quinze nitrières artificielles nouvellement établies en Franche-Comté, plusieurs en Bourgogne, et quelques unes dans d'autres provinces.

tations des hommes et des animaux, dans les caves, les écuries, les étables, et dans les autres lieux humides et couverts : c'est une grande incommodité pour les habitants de la campagne, et même pour ceux des villes; et il est fort à désirer que les nitrières artificielles puissent suppléer à cette recherche, plus vexatoire qu'un impôt.

Après avoir recueilli les débris et les terres où le salpêtre se manifeste, on mêle ces matières avec des cendres, et on lessive le mélange par une grande quantité d'eau; on fait passer cette eau, déjà chargée de sel, sur de nouvelles terres toujours mêlées de cendres, jusqu'à ce qu'elle contienne douze livres de matière saline sur cent livres d'eau; ensuite on fait bouillir ces eaux pour les réduire par l'évaporation, et on obtient le nitre, qui se cristallise par le refroidissement. Au lieu de cendres on pourroit mêler de la potasse avec les terres nitreuses : car la cendre des végétaux n'agit ici que par son sel, et la potasse n'est que le sel de cette cendre.

Au reste, la matière saline dont les eaux sont chargées jusqu'à douze pour cent est un mélange de plusieurs sels, et particulièrement de sel marin combiné avec différentes bases : mais comme ce sel se précipite et se cristallise le premier, on l'enlève aisément; et on laisse le nitre, qui est encore en dissolution, se cristalliser lentement; il prend alors une forme concrète, et on le sépare du reste de la liqueur : mais comme, après cette première cristallisation, elle contient encore du nitre, on la fait évaporer et refroidir une seconde fois pour obtenir le surplus de ce sel, qui se manifeste de même en cristaux; après quoi il

ne reste que l'*eau-mère*, dont les sels ne peuvent plus se cristalliser. Mais ce nitre n'est pas encore assez pur pour en faire de la poudre à canon; il faut le dissoudre et le faire cristalliser une seconde et même une troisième fois, pour lui donner toute la pureté et la blancheur qu'il doit avoir avant d'être employé à cet usage.

Le nitre s'enflamme sur les charbons ardents avec un bruit de sifflement; et lorsqu'on le fait fondre dans un creuset, il fait explosion et détone dès qu'on lui offre quelque matière inflammable, et particulièrement du charbon réduit en poudre. Ce sel purifié est transparent; il n'attire que foiblement l'humidité de l'air; il n'a que peu ou point d'odeur : sa saveur est désagréable; néanmoins on l'emploie dans les salaisons pour donner aux viandes une couleur rouge. La forme de ses cristaux varie beaucoup; ils se présentent tantôt en prismes rayés dans leur longueur, tantôt en rhombes, tantôt en parallélipipèdes rectangles ou obliques. M. le docteur Desmeste a scrupuleusement examiné toutes ces variétés de figure, et il pense qu'on pourroit les réduire au parallélipipède, qui est, dit-il, la forme primitive de ce sel.

La plupart des sels peuvent perdre leur forme cristallisée, et être privés de leur eau de cristallisation, sans être décomposés et sans que leur essence saline en soit altérée. Le nitre seul se décompose par le concours de l'air, lorsqu'il est en fusion; son eau de cristallisation se réduit en vapeurs et enlève avec elle l'acide, en sorte qu'il ne reste au fond du creuset que de l'alcali fixe; preuve évidente que l'acide du nitre est le même que l'acide aérien. Au reste, comme le

nitre se dissout bien plus parfaitement et en bien plus grande quantité dans l'eau bouillante que dans l'eau froide, il se cristallise plus par le refroidissement que par l'évaporation, et les cristaux seront d'autant plus gros que le refroidissement aura été plus lent.

La saveur du nitre n'est pas agréable comme celle du sel marin; elle est cependant plus fraîche, mais elle laisse ensuite une impression répugnante au goût. Ce sel se conserve à l'air; comme il est chargé d'acide aérien, il n'attire pas celui de l'atmosphère; il ne perd pas même sa transparence dans un air sec, et ne devient déliquescent que par une surcharge d'humidité. Il se liquéfie très aisément au feu, et à un degré de chaleur bien inférieur à celui qui est nécessaire pour le faire rougir; il se fond sans un grand mouvement intérieur et sans boursouflement à l'extérieur, lors même qu'on pousse la fonte jusqu'au rouge. En laissant refroidir ce nitre fondu, il forme une masse solide et demi-transparente, à laquelle on a donné le nom impropre de *cristal minéral;* car ce n'est que du nitre qui n'est plus cristallisé, et qui du reste a conservé toutes ses propriétés.

L'acide vitriolique et l'arsenic, qui ont encore plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alcali, décomposent le nitre en lui enlevant l'alcali, sans toucher à son acide; ce qui fournit le moyen de retirer cet acide du nitre par la distillation. L'alcali qui reste retient une certaine quantité d'arsenic, et c'est ce qu'on appelle *nitre fixé par l'arsenic.* C'est un très bon fondant, et duquel on peut se servir avantageusement pour la vitrification. Nous ne parlerons pas des autres combinaisons de l'acide nitreux, et nous nous réser-

vons de les indiquer dans les articles où nous traiterons de la dissolution des métaux.

SEL AMMONIAC.

Ce sel est ainsi nommé du mot grec *ammos*, qui signifie du *sable*, parce que les anciens ont écrit qu'on le trouvoit dans les sables, qui avoient aussi donné leur nom au temple de *Jupiter Ammon*. Cette tradition néanmoins ne s'est pas pleinement confirmée ; car ce n'est qu'au dessus des volcans et des autres fournaises souterraines que nous sommes assurés qu'il se trouve réellement du sel ammoniac formé par la nature. C'est un composé de l'acide marin et de l'alcali volatil, et cette union ne peut se faire que par le feu ou par l'action d'une grande chaleur. On a dit que l'ardeur du soleil, dans les terrains secs des climats les plus chauds, produisoit ce sel dans les endroits où la terre se trouvoit arrosée de l'urine des animaux; et cela ne paroît pás impossible, puisque l'urine putréfiée donne de l'alcali volatil, et que la chaleur du soleil, dans un temps de sécheresse, peut équivaloir à l'action d'un feu réel ; et comme il y a sur la surface de la terre des contrées où le sel marin abonde, il peut s'y former du sel ammoniac par l'union de l'acide de ce sel avec l'alcali volatil de l'urine et des autres matières animales ou végétales

en putréfaction; et de même dans les lieux où il se sera rencontré d'autres sels acides, vitrioliques, nitreux, etc., il en aura résulté autant de différents sels ammoniacaux qu'il y a de combinaisons diverses entre l'acide de ces sels et l'alcali volatil; car quoiqu'on puisse dire aussi qu'il y a plusieurs alcalis volatils, parce qu'en effet ils diffèrent entre eux par quelques qualités qu'ils empruntent des substances dont on les tire, cependant tous les chimistes conviennent qu'en les purgeant de ces matières étrangères tous ces alcalis volatils se réduisent à un seul, toujours semblable à lui-même, lorsqu'il est amené à un point de pureté convenable.

De tous les sels ammoniacaux celui que la nature nous présente en plus grande quantité est le sel ammoniac formé de l'acide marin et de l'alcali volatil : les autres qui sont composés de ce même alcali avec l'acide vitriolique, l'acide nitreux, ou avec les acides végétaux et animaux, n'existent pas sur la terre, ou ne s'y trouvent qu'en si petite quantité, qu'on peut les négliger dans l'énumération des productions de la nature. Mais de la même manière que l'alcali fixe et minéral s'est combiné en immense quantité avec l'acide marin, comme le moins éloigné de son essence, et a produit le sel commun, l'alcali volatil a aussi saisi de préférence cet acide marin plus volatil, et par conséquent plus conforme à sa nature, que les deux autres acides minéraux. Il n'est donc pas impossible que le sel ammoniac se forme dans tous les lieux où l'alcali volatil et le sel marin se trouvent réunis. Les anciens relateurs ont écrit que l'urine des chameaux produit, sur les sables salés de l'Arabie et de la Li-

bye, du sel ammoniac en grande quantité; mais les voyageurs récents n'ont ni recherché ni vérifié ce fait, qui néanmoins me paroît assez probable.

Les acides en général s'unissent moins intimement avec l'alcali volatil qu'avec les alcalis fixes; et l'acide marin en particulier n'est qu'assez foiblement uni avec l'alcali volatil dans le sel ammoniac. C'est peut-être par cette raison que tous les sels ammoniacaux ont une saveur beaucoup plus vive et plus piquante que les sels composés des mêmes acides et de l'alcali fixe. Ces sels ammoniacaux sont aussi plus volatils et plus susceptibles de décomposition, parce que l'alcali volatil n'est pas aussi fortement uni que l'alcali fixe avec leur acide.

On trouve du sel ammoniac tout formé et sublimé au dessus des solfatares et des volcans; et ce fait nous fournit une nouvelle preuve de ce que j'ai dit au sujet des matières qui servent d'aliment à leurs feux; ce sont les pyrites, les terres limoneuses et végétales, les terreaux, le charbon de terre, les bitumes, et toutes les substances, en un mot, qui sont composées des détriments des végétaux et des animaux, et c'est par le choc de l'eau de la mer contre le feu que se font les explosions des volcans : l'incendie de ces matières animales et végétales humectées d'eau marine doit donc former du sel ammoniac, qui se sublime par la violence du feu, et qui se cristallise par le refroidissement contre les parois des solfatares et des volcans. Le savant minéralogiste Cronstedt dit « qu'il seroit aisé d'assigner l'origine du sel ammoniac, s'il étoit prouvé que les volcans sont produits par des ardoises formées de végétaux décomposés et d'animaux putréfiés avec

l'*humus;* car on sait, ajoute-t-il, que les pétrifications ont des principes qui donnent un sel urineux. » Mais les ardoises ne sont pas, comme le dit Cronstedt, de l'*humus*, ou *terre végétale;* elles ne sont pas formées de cette terre et de végétaux décomposés, ou d'animaux putréfiés, et les volcans ne sont pas produits par les ardoises; car c'est cette même terre *humus*, ce sont les détriments des végétaux et des animaux dont elle est composée, qui sont les véritables aliments des feux souterrains; ce sont de même les charbons de terre, les bitumes, les pyrites, et toutes les matières composées ou chargées de ces détriments des corps organisés, qui causent leur incendie et entretiennent leur feu; et ce sont ces mêmes matières qui contiennent des sels urineux en bien plus grande quantité que les pétrifications; enfin c'est là la véritable origine du sel ammoniac dans les volcans : il se forme par l'union de l'acide de l'eau marine à l'alcali volatil des matières animales et végétales, et se sublime ensuite par l'action du feu.

Le sel ammoniac et le phosphore sont formés par ces deux mêmes principes salins : l'acide marin, qui seul ne s'unit pas avec la matière du feu, la saisit dès qu'il est joint à l'alcali volatil, et forme le sel ammoniac ou le phosphore, suivant les circonstances de sa combinaison; et même, lorsque l'acide marin ou l'acide nitreux sont combinés avec l'alcali fixe minéral, ils produisent encore le phosphore; car le sel marin *calcaire* et le nitre *calcaire* répandent et conservent de la lumière assez long-temps après leur calcination; ce qui semble prouver que la base de tout phosphore est l'alcali, et que l'acide n'en est que l'accessoire.

C'est donc aussi l'alcali volatil, plutôt que l'acide marin, qui fait l'essence de tous les sels ammoniacaux, puisqu'ils ne diffèrent entre eux que par leurs acides, et que tous sont également formés par l'union de ce seul alcali : enfin c'est par cette raison que tous les sels ammoniacaux sont à demi volatils.

Le sel ammoniac formé par la combinaison de l'alcali volatil avec l'acide marin se cristallise lorsqu'il est pur, soit par la sublimation, soit par la simple évaporation, toutes deux néanmoins suivies du refroidissement. Comme ces cristaux conservent une partie de la volatilité de leur alcali, la chaleur du soleil suffit pour les dissiper en les volatilisant. Au reste, ce sel est blanc, presque transparent; et lorsqu'il est sublimé dans des vaisseaux clos, il forme une masse assez compacte, dans laquelle on remarque des filets appliqués dans leur longueur parallèlement les uns aux autres. Il attire un peu l'humidité de l'air, et devient déliquescent avec le temps. L'eau le dissout facilement; et l'on a observé qu'il produit un froid plus que glacial dans sa dissolution. Ce grand refroidissement est d'autant plus marqué que la chaleur de l'air est plus grande et qu'on le dissout dans une eau plus chaude; et la dissolution se fait bien plus promptement dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

L'action du feu ne suffit pas seule pour décomposer le sel ammoniac; il se volatilise à l'air libre, ou se sublime, comme le soufre, en vaisseaux clos, sans perdre sa forme et son essence : mais on le décompose aisément par les acides vitriolique et nitreux, qui sont plus puissants que l'acide marin, et qui s'emparent de l'alcali volatil que cet acide, plus foible, est

forcé d'abandonner. On peut aussi le décomposer par les alcalis fixes et par les substances calcaires et métalliques qui s'emparent de son acide, avec lequel elles ont plus d'affinité que l'alcali volatil.

La décomposition de ce sel par la craie ou par toute autre matière calcaire offre un phénomène singulier; c'est que d'un sel ammoniac que nous supposons composé de parties égales d'acide marin et d'alcali volatil, on retire par cette décomposition beaucoup plus d'alcali volatil, au point que sur une livre de sel composée de huit onces d'acide marin et de huit onces d'alcali volatil, on retire quatorze onces de ce même alcali : ces six onces de surplus ont certainement été fournies par la craie, laquelle, comme toutes les autres substances calcaires, contient une très grande quantité d'air et d'eau qui se dégagent ici avec l'alcali volatil pour en augmenter le volume et la masse : autre preuve que l'air fixe ou acide aérien peut se convertir en alcali volatil.

Indépendamment de l'acide aérien, il entre encore de la matière inflammable dans l'alcali volatil, et par conséquent dans la composition du sel ammoniac; il fait par cette raison fuser le nitre lorsqu'on les chauffe ensemble : il rehausse la couleur de l'or, si on le projette sur la fonte de ce métal; il sert aussi, et par la même cause, à fixer l'étamage sur le cuivre et sur le fer. On fait donc un assez grand usage de ce sel; et comme la nature n'en fournit qu'en très petite quantité, on auroit dû chercher les moyens d'en fabriquer par l'art : mais jusqu'ici on s'est contenté de s'en procurer par le commerce. On le tire des Indes orientales, et surtout de l'Égypte, où l'on en fait tous les

ans plusieurs centaines de quintaux. C'est des déjections des animaux et des hommes que l'on extrait ce sel en Égypte. On sait que, faute de bois, on y ramasse soigneusement les excréments de tous les animaux : on les mêle avec un peu de paille hachée pour leur donner du corps et les faire sécher au soleil; ils deviennent combustibles par ce dessèchement, et l'on ne se sert guère d'autres matières pour faire du feu. On recueille avec encore plus de soin la suie que leur combustion produit abondamment; cette suie contient l'alcali volatil et l'acide marin, tous deux nécessaires à la formation du sel ammoniac : aussi ne faut-il que la renfermer dans des vaisseaux de verre, qu'on en remplit aux trois quarts, et qu'on chauffe graduellement au point de faire sublimer l'alcali volatil; il enlève avec lui une portion de l'acide marin, et ils forment ensemble, au haut du vaisseau, une masse considérable de sel ammoniac. Vingt-six livres de cette suie animale donnent, dit-on, six livres de sel ammoniac. Ce qu'il y a de sûr, c'est que l'Égypte en fournit l'Europe et l'Asie. Néanmoins on fabrique aussi du sel ammoniac dans quelques endroits des Indes orientales; mais il ne nous en arrive que rarement et en petite quantité. On le distingue aisément de celui d'Égypte; il est en forme de pain de sucre, et l'autre est en masse aplatie : leur surface est également noircie de l'huile fuligineuse de la suie, et il faut les laver pour les rendre blancs au dehors comme ils le sont au dedans.

La saveur de ce sel est piquante et salée, et en même temps froide et amère; son odeur pénétrante est urineuse, et il y a toute raison de croire qu'il peut

en effet se former dans les lieux où l'alcali volatil de l'urine putréfiée se combine avec l'acide du sel marin. Ses cristaux sont en filets arrangés en forme de barbes de plume, à peu près comme ceux de l'alun; ils sont pliants et flexibles, au lieu que ceux de l'alun sont roides et cassants. Au reste, on peut tirer du sel ammoniac de toutes les matières qui contiennent du sel marin et de l'alcali volatil. Il y a même des plantes, comme la moutarde, les choux, etc., qui fournissent du sel ammoniac, parce qu'elles sont imprégnées de ces deux sels.

On recueille le sel ammoniac qui se sublime par l'action des feux souterrains, et même l'on aide à sa formation en amoncelant des pierres sur les ouvertures et fentes par où s'exhalent les fumées ou vapeurs enflammées; elles laissent sur ces pierres une espèce de suie blanche et salée, de laquelle on tire du sel marin et du sel ammoniac : quelquefois aussi cette suie est purement ammoniacale; et cela arrive lorsque l'acide marin dégagé de sa base s'est combiné avec l'alcali volatil des substances animales et végétales, qui, sous la forme de bitume, de charbon de terre, etc., servent d'aliment au feu des volcans. Le Vésuve, l'Etna, et toutes les solfatares, en produisent, et l'on en trouve aussi sur les vieux volcans éteints, ou qui brûlent tranquillement et sans explosion. On cite le pays des Calmoucks en Tartarie, et le territoire d'Orenbourg en Sibérie, comme très abondants en sel ammoniac : on assure que, dans ces lieux, il a formé d'épaisses incrustations sur les rochers, et que même il se présente quelquefois en masses jointes à du soufre ou d'autres matières volcaniques.

BORAX.

Le borax est un sel qui nous vient de l'Asie, et dont l'origine et même la fabrication ne nous sont pas bien connues. Il paroît néanmoins que ce sel est formé ou du moins ébauché par la nature, et que les anciens Arabes qui lui ont donné son nom savoient le *facturer* et en faisoient un grand usage : mais ils ne nous ont rien transmis de ce qu'ils pouvoient savoir sur sa formation dans le sein de la terre, et sur la manière de l'extraire et de le préparer; les voyageurs modernes nous apprennent seulement que ce sel se trouve dans quelques provinces de la Perse, de la Tartarie méridionale, et dans quelques contrées des Indes orientales. La meilleure relation est celle qui a été publiée par l'un de nos plus laborieux et savants naturalistes, M. Valmont de Bomare, par laquelle il paroît que ce sel se trouve dans des terres grasses et dans des pierres tendres, arrosées ou peut-être formées du dépôt des eaux qui découlent des montagnes à mines métalliques; ce qui semble indiquer que ce sel est en dissolution dans ces eaux, et que la terre grasse ou la pierre tendre ont été pénétrées de cette eau saline et minérale. On appelle *tinkal* ou *borax brut* la matière qu'on extrait de ces terres et pierres par la lessive et l'évaporation; et c'est sous cette forme et sous ce nom qu'on l'apporte en Europe, où l'on achève de le purifier.

Dans leur état de pureté, les cristaux du borax ressemblent à ceux de l'alun; ils contiennent cependant moins d'eau, et en exigent une plus grande quantité pour se dissoudre, et même ils ne se dissolvent bien que dans l'eau chaude. Au feu, ce sel se gonfle moins que l'alun; mais il s'y liquéfie et s'y calcine de même: enfin il se convertit en une sorte de verre salin, qu'on préfère au borax même dans plusieurs usages, parce qu'étant dépouillé de toute humidité, il n'est point sujet à se boursoufler. Ce verre de borax n'est ni dur ni dense, et il participe moins des qualités du verre que de celles du sel; il se décompose à l'air, y devient farineux; il se dissout dans l'eau, et donne, par l'évaporation, des cristaux tout semblables à ceux du borax. Ainsi ce sel, en se vitrifiant, loin de se dénaturer, ne fait que s'épurer davantage et acquérir des propriétés plus actives: car ce verre de borax est le plus puissant de tous les fondants; et lorsqu'on le mêle avec des terres, de quelque qualité qu'elles soient, il les convertit toutes en verres solides et plus ou moins transparents, suivant la nature de ces terres.

Tout ceci paroît déjà nous indiquer que le borax contient une grande quantité d'alcali; et cela se prouve encore par l'effet des acides sur ce sel: ils s'emparent de son alcali, et forment des sels tout semblables à ceux qu'ils produisent en se combinant avec l'alcali minéral ou marin; et non seulement on peut enlever au borax son alcali par les acides vitriolique, nitreux, et marin, mais aussi par les acides végétaux. Ainsi la présence de l'alcali fixe dans le borax est parfaitement démontrée: mais ce n'est cependant pas cet alcali seul qui constitue son essence saline; car après en

avoir séparé par les acides cet alcali, il reste un sel qui n'est lui-même ni acide ni alcali, et qu'on ne sait comment définir. M. Homberg. de l'Académie des Sciences, est le premier qui en ait parlé; il l'a nommé *sel sédatif*, et ce nom n'a rapport qu'à quelques propriétés calmantes que cet habile chimiste a cru lui reconnoître : mais on ignore encore quel est le principe salin de ce sel singulier; et comme sur les choses incertaines il est permis de faire des conjectures, et que j'ai ci-devant réduit tous les sels simples à trois sortes, savoir, les acides, les alcalis, et les arsenicaux, il me semble qu'on peut soupçonner avec fondement que le sel sédatif a l'arsenic pour principe salin.

D'abord il paroît certain que ce sel existe tout formé dans le borax, et qu'il y est uni avec l'alcali, dont les acides ne font que le dégager, puisqu'en le combinant de nouveau avec l'alcali, on en refait du borax. 2° Le sel sédatif n'est point un acide, et cependant il semble suppléer l'acide dans le borax, puisqu'il y est uni avec l'alcali : or il n'y a dans la nature que l'arsenic qui puisse faire fonction d'acide avec les substances alcalines. 3° On obtient le sel sédatif du borax par sublimation; il s'élève et s'attache au haut des vaisseaux clos en filets déliés ou en lames minces, légères, et brillantes; et c'est sous cette forme qu'on conserve ce sel. On peut aussi le retirer du borax par la simple cristallisation; il paroît être aussi pur que celui qu'on obtient par la sublimation : car il est également brillant et aussi beau; il est seulement plus pesant, quoique toujours très léger; et l'on ne peut s'empêcher d'admirer la légèreté de ce sel obtenu par sublimation : un gros, dit M. Macquer, suffit pour emplir un

assez grand bocal. 4° C'est toujours par le moyen des acides qu'on retire le sel sédatif du borax, soit par sublimation ou par cristallisation ; et M. Baron, habile chimiste, de l'Académie des Sciences, a bien prouvé qu'il ne se forme pas, comme on pourroit l'imaginer, par la combinaison actuelle de l'alcali avec les acides dont on se sert pour le retirer du borax : ainsi ce sel n'est certainement point un acide connu. 5° Les chimistes ont regardé ce sel comme simple, parce qu'il ne leur a pas été possible de le décomposer ; il a résisté à toutes les épreuves qu'ils ont pu tenter, et il a conservé son essence sans altération. 6° Ce sel est non seulement le plus puissant fondant des substances terreuses, mais il produit le même effet sur les matières métalliques.

Ainsi, quoique le sel sédatif paroisse simple, et qu'il le soit en effet plus que le borax, il est néanmoins composé de quelques substances salines et métalliques si intimement unies, que notre art ne peut les séparer ; et je présume que ces substances peuvent être de l'arsenic et du cuivre, auquel on sait que l'arsenic adhère si fortement, qu'on a grande peine à l'en séparer. Ceci n'est qu'une conjecture, un soupçon ; mais comme d'une part le borax ne se trouve que dans des terres ou des eaux chargées de parties métalliques, et particulièrement dans le voisinage des mines de cuivre en Perse, et que d'autre part le sel sédatif n'est ni acide ni alcali, et qu'il a plusieurs propriétés semblables à celles de l'arsenic, et qu'enfin il n'y a de sels simples dans la nature que l'acide, l'alcali, et l'arsenic, j'ai cru que ma conjecture étoit assez fondée pour la laisser paroître, en la soumettant néan-

moins à toute critique, et particulièrement à l'arrêt irrévocable de l'expérience, qui la détruira ou la confirmera. Je puis, en attendant, citer un fait qui paroît bien constaté. M. Cadet, l'un de nos savants chimistes, de l'Académie des Sciences, a tiré du borax un culot de cuivre par des dissolutions et des filtrations réitérées; et ce seul fait suffit pour démontrer que le cuivre est une des substances dont le borax est composé : mais il sera peut-être plus difficile d'y reconnoître l'arsenic.

Le sel sédatif est encore plus fusible, plus vitrifiable, et plus vitrifiant que le borax, et cependant il est privé de son alcali, qui, comme l'on sait, est le sel le plus fondant et le plus nécessaire à la vitrification; dès lors ce sel sédatif contient donc une matière qui, sans être alcaline, a néanmoins la même propriété vitrifiante. Or je demande quelle peut être cette matière, si ce n'est de l'arsenic, qui seul a ces propriétés, et qui même peut fondre et vitrifier plusieurs substances que les alcalis ne peuvent vitrifier.

Ce sel se dissout dans l'esprit-de-vin : il donne à sa flamme une belle couleur verte; ce qui semble prouver encore qu'il est imprégné de quelques éléments métalliques, et particulièrement de ceux du cuivre. Il est vrai qu'en supposant ce sel composé d'arsenic et de cuivre, il faut encore admettre dans sa composition une terre vitrescible capable de saturer l'arsenic et d'envelopper le cuivre; car ce sel sédatif a très peu de saveur, et ses effets, au lieu d'être funestes comme ceux de l'arsenic et du cuivre, ne sont que doux et même salutaires. Mais ne trouve-t-on pas la même différence d'effets entre le sublimé corrosif et le mer-

cure doux? Un autre fait qui va encore à l'appui de ma conjecture, c'est que le borax fait pâlir la couleur de l'or; et l'on sait que l'arsenic le pâlit ou blanchit de même : mais on ne sait pas, et il faudroit l'essayer, si en jetant à plusieurs reprises une grande quantité de borax sur l'or en fusion, il ne le rendroit pas cassant comme fait l'arsenic. S'il produisoit cet effet, on ne pourroit guère douter que le borax et le sel sédatif ne continssent de l'arsenic. Au reste, il faudroit faire de préférence cet essai sur le sel sédatif qui est débarrassé d'alcali, et qui a, comme le borax, la propriété de blanchir l'or. Enfin on peut comparer au borax le *nitre fixé par l'arsenic*, qui devient par ce mélange un très puissant fondant, et qu'on peut employer, au lieu de borax, pour opérer la vitrification. Tous ces rapports me semblent indiquer que l'arsenic fait partie du borax, mais qu'il adhère si fortement à la base métallique de ce sel, qu'on ne peut l'en séparer.

Au reste, il n'est pas certain qu'on ne puisse tirer le sel sédatif que du seul borax, puisque M. Hoëffer assure que les eaux du lac *Cherchiago*, dans le territoire de Sienne en Italie, en fournissent une quantité assez considérable; et cependant il ne dit pas que ces mêmes eaux fournissent du borax.

On apporte de Turquie, de Perse, du continent des Indes, et même de l'île de Ceylan, du *tinkal* ou *borax brut* de deux sortes : l'un est mou et rougeâtre, et l'autre est ferme et gris ou verdâtre; on leur enlève ces couleurs et l'onctuosité dont ils sont encore imprégnés, en les purifiant. Autrefois les Vénitiens étoient et actuellement les Hollandois sont les seuls

qui aient le secret de ce petit art, et les seuls aussi qui fassent le commerce de ce sel; cependant on assure que les Anglois en tirent de plusieurs endroits des Indes, et qu'ils en achètent des Hollandois à Ceylan.

Le borax bien purifié doit être fort blanc et très léger. On le falsifie souvent en le mêlant d'alun : il porte alors une saveur styptique sur la langue; et, volume pour volume, il est bien moins léger que le borax pur, qui n'a d'ailleurs presque point de saveur, et dont les cristaux sont plus transparents que ceux de l'alun. On distingue donc à ces deux caractères sensibles le borax pur du borax mélangé.

La plus grande et la plus utile propriété du borax est de faciliter, plus qu'aucun autre sel, la fusion des métaux; il en rassemble aussi les parties métalliques, et les débarrasse des substances hétérogènes qui s'y trouvent mêlées, en les réduisant en scories qui nagent au dessus du métal fondu : il le défend aussi de l'action de l'air et du feu, parce qu'il forme lui-même un verre qui sert de bain au métal avec lequel il ne se confond ni ne se mêle; et comme il en accélère et facilite la fusion, il diminue par conséquent la consommation des combustibles et le temps nécessaire à la fonte; car il ne faut qu'un feu modéré pour qu'il exerce son action fondante. On s'en sert donc avec tout avantage pour souder les métaux, dont on peut, par son moyen, réunir les pièces les plus délicates sans les déformer; il a éminemment cette utile propriété de réunir et souder ensemble tous les métaux durs et difficiles à fondre.

Quoique, à mon avis, le borax contienne de l'arsenic, il est néanmoins autant ami des métaux que

l'arsenic se montre leur ennemi; le borax les rend liants et fusibles, et ne leur communique aucune des qualités de l'arsenic, qui, lorsqu'il est seul et nu, les aigrit et les corrode : et d'ailleurs l'action du borax est subordonnée à l'art, au lieu que l'arsenic agit par sa propre activité, et se trouve répandu et produit par la nature dans presque tout le règne minéral; et, à cet égard, l'arsenic, comme sel, devroit trouver ici sa place.

Nous avons dit que des trois grandes combinaisons salines de l'acide primitif ou aérien, la première s'est faite avec la terre vitreuse, et nous est représentée par l'acide vitriolique; la seconde s'est opérée avec la terre calcaire, et a produit l'acide marin; et la troisième, avec la substance métallique, a formé l'arsenic. L'excès de causticité qui le caractérise, et ses autres propriétés, semblent en effet tenir à la masse et à la densité de la base que nous lui assignons : mais l'arsenic est un *Protée*, qui non seulement se montre sous la forme de sel, mais se produit aussi sous celle d'un régule métallique; et c'est à cause de cette propriété qu'on lui a donné le nom et le rang de demi-métal. Ainsi nous remettons à en traiter à la suite des demi-métaux, dont il paroît être le dernier, quoique, par des traits presque aussi fortement marqués, il s'unisse et s'assimile aux sels.

Nous terminerons donc ici cette histoire naturelle des sels, peut-être déjà trop longue. Mais j'ai dû parler de toutes les matières salines que produit la nature, et je n'ai pu le faire sans entrer dans quelque discussion sur les principes salins, et sans exposer avec un peu de détail les différents effets des acides et des alcalis amenés par notre art à leur plus grand

degré de pureté. J'ai tâché d'exposer leurs propriétés essentielles, et je crois qu'on en aura des idées nettes si l'on veut me lire sans préjugés. J'aurois encore plus excédé les bornes que je me suis prescrites, si je me fusse livré à comparer avec les sels produits par la nature tous ceux que la chimie a su former par ses combinaisons : les sels sont, après le feu, les plus grands instruments de ce bel art, qui commence à devenir une science par sa réunion avec la physique.

DU FER.

On trouve rarement les métaux sous leur forme métallique dans le sein de la terre ; ils y sont ordinairement sous une forme minéralisée, c'est-à-dire altérée par le mélange intime de plusieurs matières étrangères, et la quantité des métaux purs est très petite en comparaison de celle des métaux minéralisés ; car, à l'exception de l'or, qui se trouve presque toujours dans l'état de métal, tous les autres métaux se présentent le plus souvent dans l'état de minéralisation. Le feu primitif, en liquéfiant et vitrifiant toute la masse des matières terrestres du globe, a sublimé en même temps les substances métalliques, et leur a laissé d'abord leur forme propre et particulière : quelques unes de ces substances métalliques ont conservé cette forme native ; mais la plupart l'ont perdue par leur union avec des matières étrangères et par l'action des éléments humides. Nous verrons que la produc-

tion des métaux purs et celle des métaux mélangés de matière vitreuse par le feu primitif sont contemporaines, et qu'au contraire les métaux minéralisés par les acides et travaillés par l'eau sont d'une formation postérieure.

Tous les métaux sont susceptibles d'être sublimés par l'action du feu ; l'or, qui est le plus fixe de tous, ne laisse pas de se sublimer par la chaleur, et il en est de même de tous les autres métaux et minéraux métalliques : ainsi, lorsque le feu primitif eut réduit en verre les matières fixes de la masse terrestre, les substances métalliques se sublimèrent et furent par conséquent exclues de la vitrification générale ; la violence du feu les tenoit élevées au dessus de la surface du globe ; elles ne tombèrent que quand cette chaleur extrême, commençant à diminuer, leur permit de rester dans un état de fusion sans être sublimées de nouveau. Les métaux qui, comme le fer et le cuivre, exigent le plus de feu pour se fondre dûrent se placer les premiers sur la roche du globe encore tout ardente. L'argent et l'or, dont la fusion ne suppose qu'un moindre degré de feu, s'établirent ensuite et coulèrent dans les fentes perpendiculaires de cette roche déjà consolidée ; ils remplirent les interstices que le quartz décrépité leur offroit de toutes parts, et c'est par cette raison qu'on trouve l'or et l'argent vierge en petits filets dans la roche quartzeuse. Le plomb et l'étain, auxquels il ne faut qu'une bien moindre chaleur pour se liquéfier, coulèrent longtemps après ou se convertirent en chaux, et se placèrent de même dans les fentes perpendiculaires. Enfin tous ces métaux, souvent mêlés et réunis ensemble,

y formèrent les filons primitifs des mines primordiales, qui toutes sont mélangées de plusieurs minéraux métalliques. Et le mercure, qu'une médiocre chaleur volatilise, ne put s'établir que peu de temps avant la chute des eaux et des autres matières également volatiles.

Quoique ces dépôts des différents métaux se soient formés successivement et à mesure que la violence du feu diminuoit, comme ils se sont faits dans les mêmes lieux, et que les fentes perpendiculaires ont été le réceptacle commun de toutes les matières métalliques fondues ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, toutes les mines sont mêlées de différents métaux et minéraux métalliques. En effet, il y a presque toujours plusieurs métaux dans la même mine : on trouve le fer avec le cuivre, le plomb avec l'argent, l'or avec le fer, et quelquefois tous ensemble; car il ne faut pas croire, comme bien des gens se le figurent, qu'une mine d'or ou d'argent ne contienne que l'une ou l'autre de ces matières : il suffit, pour qu'on lui donne cette dénomination, que la mine soit mêlée d'une assez grande quantité de l'un ou de l'autre de ces métaux, pour être travaillée avec profit; mais souvent et presque toujours le métal précieux y est en moindre quantité que les autres matières minérales ou métalliques.

Quoique les faits subsistants s'accordent parfaitement avec les causes et les effets que je suppose, on ne manquera pas de contester cette théorie de l'établissement local des mines métalliques : on dira qu'on peut se tromper en estimant par comparaison et jugeant par analogie les procédés de la nature; que la

vitrification de la terre et la sublimation des métaux par le feu primitif n'étant pas des faits démontrés, mais de simples conjectures, les conséquences que j'en tire ne peuvent qu'être précaires et purement hypothétiques : enfin l'on renouvellera sans doute l'objection triviale si souvent répétée contre les hypothèses, en s'écriant qu'en bonne physique il ne faut ni comparaisons ni systèmes.

Cependant il est aisé de sentir que nous ne connoissons rien que par comparaison, et que nous ne pouvons juger des choses et de leurs rapports qu'après avoir fait une ordonnance de ces mêmes rapports, c'est-à-dire un système. Or les grands procédés de la nature sont les mêmes en tout; et lorsqu'ils nous paroissent opposés, contraires, ou seulement différents, c'est faute de les avoir saisis et vus assez généralement pour les bien comparer. La plupart de ceux qui observent les effets de la nature ne s'attachant qu'à quelques points particuliers, croient voir des variations et même des contrariétés dans ses opérations; tandis que celui qui l'embrasse par des vues plus générales reconnoît la simplicité de son plan, et ne peut qu'admirer l'ordre constant et fixe de ses combinaisons, et l'uniformité de ses moyens d'exécution : grandes opérations, qui, toutes fondées sur des lois invariables, ne peuvent varier elles-mêmes ni se contrarier dans les effets. Le but du philosophe naturaliste doit donc être de s'élever assez haut pour pouvoir déduire d'un seul effet général, pris comme cause, tous les effets particuliers. Mais pour voir la nature sous ce grand aspect, il faut l'avoir examinée, étudiée et comparée dans toutes les parties de son immense étendue. Assez

de génie, beaucoup d'étude, un peu de liberté de penser, sont trois attributs sans lesquels on ne pourra que défigurer la nature, au lieu de la représenter : je l'ai souvent senti en voulant la peindre, et malheur à ceux qui ne s'en doutent pas! leurs travaux, loin d'avancer la science, ne font qu'en retarder les progrès; de petits faits, des objets présentés par leurs faces obliques ou vus sous un faux jour, des choses mal entendues, des méthodes scolastiques, de grands raisonnements fondés sur une métaphysique puérile ou sur des préjugés, sont les matières sans substance des ouvrages de l'écrivain sans génie; ce sont autant de tas de décombres qu'il faut enlever avant de pouvoir construire. Les sciences seroient donc plus avancées si moins de gens avoient écrit; mais l'amour-propre ne s'opposera-t-il pas toujours à la bonne foi? L'ignorant se croit suffisamment instruit; celui qui ne l'est qu'à demi se croit plus que savant; et tous s'imaginent avoir du génie, ou du moins assez d'esprit pour en critiquer les productions : on le voit par les ouvrages de ces écrivains qui n'ont d'autre mérite que de crier contre les systèmes, parce qu'ils sont non seulement incapables d'en faire, mais peut-être même d'entendre la vraie signification de ce mot, qui les épouvante ou les humilie. Cependant tout système n'est qu'une combinaison raisonnée, une ordonnance des choses ou des idées qui les représentent; et c'est le génie seul qui peut faire cette ordonnance, c'est-à-dire un système en tout genre, parce que c'est au génie seul qu'il appartient de généraliser les idées particulières, de réunir toutes les vues en un faisceau de lumière, de se faire de nouveaux aperçus, de saisir les rapports

travail de l'affinerie : on est donc assuré que les mines de fer en roche les plus riches ne contiennent guère qu'une moitié de fer, et que l'autre moitié de leur masse est de matière vitreuse; on peut même le reconnoître en soumettant ces mines à l'action des acides, qui en dissolvent le fer et laissent intacte la substance vitreuse.

D'ailleurs ces roches de fer, que l'on doit regarder comme les mines primordiales de ce métal dans son état de nature, sont toutes attirables à l'aimant [1]; preuve évidente qu'elles ont été produites par l'action du feu, et qu'elles ne sont qu'une espèce de fonte impure de fer, mélangée d'une plus ou moins grande quantité de matière vitreuse. Nos mines de fer en grains, en ocre, ou en rouille, quoique provenant originairement des détriments de ces roches primitives, mais ayant été formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse subir une forte impression du feu à l'air libre [2]. Ainsi la propriété d'être attirable à l'ai-

1. Comme toutes les mines de Suède sont très attirables à l'aimant, on se sert de la boussole pour les trouver. Cette méthode est fort en usage, et elle est assez sûre, quoique les mines de fer soient souvent enfouies à plusieurs toises de profondeur; mais elle seroit inutile pour la recherche de la plupart de nos mines de fer en grains, dont la formation est due à l'action de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant avant d'avoir subi l'action du feu.

2. Les mines de fer en grains ne sont en général point attirables à l'aimant; il faut, pour qu'elles le deviennent, les faire griller à un feu assez vif et à l'air libre. J'en ai fait l'expérience sur la mine de Villers, près de Montbard, qui se trouve en sacs entre des rochers calcaires, et qui est en grains assez gros : ayant fait griller une once de cette mine à feu ouvert, et l'ayant fait broyer et réduire en poudre, l'aimant en a tiré six gros et demi; mais ayant fait mettre une pareille

mant appartenant uniquement aux mines de fer qui ont passé par le feu, on ne peut guère se refuser à croire que ces énormes rochers de fer attirables à l'aimant n'aient en effet subi la violente action du feu dont ils portent encore l'empreinte, et qu'ils n'aient été produits dans le temps de la dernière incandescence et de la première condensation du globe.

Les masses de l'aimant ne paroissent différer des autres roches de fer qu'en ce qu'elles ont été exposées aux impressions de l'électricité de l'atmosphère, et qu'elles ont en même temps éprouvé une plus grande ou plus longue action du feu, qui les a rendues magnétiques par elles-mêmes et au plus haut degré; car on peut donner le magnétisme à tout fer ou toute matière ferrugineuse, non seulement en la tenant constamment dans la même situation, mais encore par le choc et par le frottement, c'est-à-dire par toute cause ou tout mouvement qui produit de la chaleur et du feu. On doit donc penser que les pierres d'aimant étant de la même nature que les autres roches ferrugineuses, leur grande puissance magnétique vient de ce qu'elles ont été exposées à l'air, et travaillées plus violemment ou plus long-temps par la flamme du feu primitif. La substance de l'aimant paroît même indi-

quantité de cette mine dans un creuset couvert et bien bouché, qu'on a fait rougir à blanc, et ayant ensuite écrasé cette mine ainsi grillée, au moyen d'un marteau, l'aimant n'en a tiré aucune partie de fer, tandis que dans un autre creuset mis au feu en même temps, et qui n'étoit pas bouché, cette même mine réduite ensuite en poudre, par le marteau, s'est trouvée aussi attirable par l'aimant que la première. Cette expérience m'a démontré que le feu seul, ou le feu fixe, ne suffit pas pour rendre la mine de fer attirable à l'aimant, et qu'il est nécessaire que le feu soit libre et animé par l'air pour produire cet effet.

fugitifs, de rapprocher ceux qui sont éloignés, d'en former de nouvelles analogies, de s'élever enfin assez haut et de s'étendre assez loin pour embrasser à la fois tout l'espace qu'il a rempli de sa pensée : c'est ainsi que le génie seul peut former un ordre systématique des choses et des faits, de leurs combinaisons respectives, de la dépendance des causes et des effets, de sorte que le tout rassemblé, réuni, puisse présenter à l'esprit un grand tableau de spéculations suivies, ou du moins un vaste spectacle dont toutes les scènes se lient et se tiennent par des idées conséquentes et des faits assortis.

Je crois donc que mes explications sur l'action du feu primitif, sur la sublimation des métaux, sur la formation des matières vitreuses, argileuses, et calcaires, sont d'accord avec les procédés de la nature dans ses plus grandes opérations; et nous verrons que l'ensemble de ce système et ses autres rapports seront encore confirmés par tous les faits que nous rapporterons dans la suite, en traitant de chaque métal en particulier.

Mais, pour ne parler ici que du fer, on ne peut guère douter que ce métal n'ait commencé à s'établir le premier sur le globe, et peu de temps après la consolidation du quartz, puisqu'il a coloré les jaspes et les cristaux de feld-spath, au lieu que l'or, l'argent, ni les autres métaux, ne paroissent pas être entrés comme le fer dans la substance des matières vitreuses produites par le feu primitif : et ce fait prouve que le fer, plus capable de résister à la violence du feu, s'est en effet établi le premier et dès le temps de la consolidation des verres de nature; car le fer primor-

dial se trouve toujours intimement mêlé avec la matière vitreuse, et il a formé avec elle de très grandes masses, et même des montagnes à la surface du globe, tandis que les autres métaux, dont l'établissement a été postérieur, n'ont occupé que les intervalles des fentes perpendiculaires de la roche quartzeuse dans lesquelles ils se trouvent par filons et en petits amas[1].

Aussi n'existe-t-il nulle part de grandes masses de fer pur et pareil à notre fer forgé, ni même semblable à notre fonte de fer, et à peine peut-on citer quelques exemples de petits morceaux de fonte ou régule de fer trouvés dans le sein de la terre, et formés sans doute accidentellement par le feu des volcans, comme l'on trouve aussi et plus fréquemment des morceaux d'or, d'argent, et de cuivre, qu'on reconnoît évidemment avoir été fondus par ces feux souterrains.

La substance du fer de nature n'a donc jamais été pure, et, dès le temps de la consolidation du globe, ce métal s'est mêlé avec la matière vitreuse, et s'est établi en grandes masses dans plusieurs endroits à la surface et jusqu'à une petite profondeur dans l'intérieur de la terre. Au reste, ces grandes masses ou roches ferrugineuses ne sont pas également riches en métal; quelques unes donnent soixante-dix ou soixante-douze pour cent de fer en fonte, tandis que d'autres n'en donnent pas quarante; et l'on sait que cette fonte de fer qui résulte de la fusion des mines n'est pas encore du métal, puisqu'avant de devenir fer elle perd au moins un quart de sa masse par le

1. Pline dit avec raison que, de toutes les substances métalliques, le fer est celui qui se trouve en plus grandes masses, et qu'on a vu des montagnes qui en étoient entièrement formées.

travail de l'affinerie : on est donc assuré que les mines de fer en roche les plus riches ne contiennent guère qu'une moitié de fer, et que l'autre moitié de leur masse est de matière vitreuse; on peut même le reconnoître en soumettant ces mines à l'action des acides, qui en dissolvent le fer et laissent intacte la substance vitreuse.

D'ailleurs ces roches de fer, que l'on doit regarder comme les mines primordiales de ce métal dans son état de nature, sont toutes attirables à l'aimant[1]; preuve évidente qu'elles ont été produites par l'action du feu, et qu'elles ne sont qu'une espèce de fonte impure de fer, mélangée d'une plus ou moins grande quantité de matière vitreuse. Nos mines de fer en grains, en ocre, ou en rouille, quoique provenant originairement des détriments de ces roches primitives, mais ayant été formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse subir une forte impression du feu à l'air libre[2]. Ainsi la propriété d'être attirable à l'ai-

1. Comme toutes les mines de Suède sont très attirables à l'aimant, on se sert de la boussole pour les trouver. Cette méthode est fort en usage, et elle est assez sûre, quoique les mines de fer soient souvent enfouies à plusieurs toises de profondeur; mais elle seroit inutile pour la recherche de la plupart de nos mines de fer en grains, dont la formation est due à l'action de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant avant d'avoir subi l'action du feu.

2. Les mines de fer en grains ne sont en général point attirables à l'aimant : il faut, pour qu'elles le deviennent, les faire griller à un feu assez vif et à l'air libre. J'en ai fait l'expérience sur la mine de Villers, près de Montbard, qui se trouve en sacs entre des rochers calcaires, et qui est en grains assez gros : ayant fait griller une once de cette mine à feu ouvert, et l'ayant fait broyer et réduire en poudre, l'aimant en a tiré six gros et demi; mais ayant fait mettre une pareille

mant appartenant uniquement aux mines de fer qui ont passé par le feu, on ne peut guère se refuser à croire que ces énormes rochers de fer attirables à l'aimant n'aient en effet subi la violente action du feu dont ils portent encore l'empreinte, et qu'ils n'aient été produits dans le temps de la dernière incandescence et de la première condensation du globe.

Les masses de l'aimant ne paroissent différer des autres roches de fer qu'en ce qu'elles ont été exposées aux impressions de l'électricité de l'atmosphère, et qu'elles ont en même temps éprouvé une plus grande ou plus longue action du feu, qui les a rendues magnétiques par elles-mêmes et au plus haut degré; car on peut donner le magnétisme à tout fer ou toute matière ferrugineuse, non seulement en la tenant constamment dans la même situation, mais encore par le choc et par le frottement, c'est-à-dire par toute cause ou tout mouvement qui produit de la chaleur et du feu. On doit donc penser que les pierres d'aimant étant de la même nature que les autres roches ferrugineuses, leur grande puissance magnétique vient de ce qu'elles ont été exposées à l'air, et travaillées plus violemment ou plus long-temps par la flamme du feu primitif. La substance de l'aimant paroît même indi-

quantité de cette mine dans un creuset couvert et bien bouché, qu'on a fait rougir à blanc, et ayant ensuite écrasé cette mine ainsi grillée, au moyen d'un marteau, l'aimant n'en a tiré aucune partie de fer, tandis que dans un autre creuset mis au feu en même temps, et qui n'étoit pas bouché, cette même mine réduite ensuite en poudre, par le marteau, s'est trouvée aussi attirable par l'aimant que la première. Cette expérience m'a démontré que le feu seul, ou le feu fixe, ne suffit pas pour rendre la mine de fer attirable à l'aimant, et qu'il est nécessaire que le feu soit libre et animé par l'air pour produire cet effet.

quer que le fer qu'elle contient a été altéré par le feu, et réduit en un état de régule très difficile à fondre, puisqu'on ne peut traiter les pierres d'aimant à nos fourneaux ni les fondre avantageusement pour en tirer du fer, comme l'on en tire de toutes les autres pierres ferrugineuses ou mines de fer en roche en les faisant auparavant griller et concasser [1].

Toutes les mines de fer en roche doivent donc être regardées comme des espèces de fontes de fer, produites par le feu primitif; mais on ne doit pas compter au nombre de ces roches primordiales de fer celles qui sont mêlées de matière calcaire : ce sont des mines secondaires, des concrétions spathiques, en masses plus ou moins distinctes ou confuses, et qui n'ont été formées que postérieurement par l'intermède de l'eau. Aussi ne sont-elles point attirables à l'aimant; elles doivent être placées au nombre des mines de seconde, et peut-être de troisième formation. De même il ne faut pas confondre avec les mines primitives, vitreuses et attirables à l'aimant, celles qui, ayant éprouvé l'impression du feu dans les volcans, ont acquis cette propriété qu'elles n'avoient pas auparavant. Enfin il faut excepter encore les sables ferrugineux et magnétiques, tels que celui qui est mêlé dans la platine, et tous ceux qui se trouvent mélangés dans le sein de la terre, soit avec les mines de fer en grains, soit avec d'autres matières; car ces sablons

1. On trouve quelquefois de l'aimant blanc qui ne paroît pas avoir passé par le feu, parce que toutes les matières ferrugineuses se colorent au feu en rouge brun ou en noir: mais cet aimant blanc n'est peut-être que le produit de la décomposition d'un aimant primitif, réformé par l'intermède de l'eau. Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

ferrugineux, attirables à l'aimant, ne proviennent que de la décomposition du mâchefer ou résidu ferrugineux des végétaux brûlés par le feu des volcans ou par d'autres incendies.

On doit donc réduire le vrai fer de nature, le fer primordial, aux grandes masses des roches ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ne sont mélangées que de matières vitreuses. Ces roches se trouvent en plus grande quantité dans les régions du Nord que dans les autres parties du globe. On sait qu'en Suède, en Russie, en Sibérie, ces mines magnétiques sont très communes, et qu'on les cherche à la boussole. On prétend aussi qu'en Laponie la plus grande partie du terrain n'est composée que de ces masses ferrugineuses. Si ce dernier fait est aussi vrai que les premiers, il augmenteroit la probabilité, déjà fondée, que la variation de l'aiguille aimantée provient de la différente distance et de la situation où l'on se trouve relativement au gisement de ces grandes masses magnétiques. Je dis la variation de l'aiguille aimantée, car je ne prétends pas que sa direction vers les pôles doive être uniquement attribuée à cette même cause : je suis persuadé que cette direction de l'aimant est un des effets de l'électricité du globe, et que le froid des régions polaires influe plus qu'aucune autre cause sur la direction de l'aimant[1].

Quoi qu'il en soit, il me paroît certain que les grandes masses des mines de fer en roche ont été produites par le feu primitif, comme les autres grandes masses des matières vitreuses. On demandera peut-être pourquoi ce premier fer de nature produit par

1. Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

le feu ne se présente pas sous la forme de métal; pourquoi l'on ne trouve dans ces mines aucune masse de fer pur et pareil à celui que nous fabriquons à nos feux. J'ai prévenu cette question en prouvant que le fer ne prend de la ductilité que parce qu'il a été comprimé par le marteau : c'est autant la main de l'homme que le feu qui donne au fer la forme de métal, et qui change en fer ductile la fonte aigre, en épurant cette fonte, et en rapprochant de plus près les parties métalliques qu'elle contient. Cette fonte de fer, au sortir du fourneau, reste, comme nous l'avons dit, encore mélangée de plus d'un quart de matières étrangères : elle n'est donc, tout au plus, que d'un quart plus pure que les mines en roche les plus riches, qui par conséquent ont été mêlées par moitié de matières vitreuses dans la fusion opérée par le feu primitif.

On pourra insister en retournant l'objection contre ma réponse, et disant qu'on trouve quelquefois de petits morceaux de fer pur ou natif dans certains endroits, à d'assez grandes profondeurs, sous des rochers ou des couches de terre qui ne paroissent pas avoir été remuées par la main des hommes, et que ces échantillons du travail de la nature, quoique rares, suffisent pour prouver que notre art et le secours du marteau ne sont pas des moyens uniques ni des instruments absolument nécessaires, ni par conséquent les seules causes de la ductilité et de la pureté de ce métal, puisque la nature, dénuée de ces adminicules de notre art, ne laisse pas de produire du fer assez semblable à celui de nos forges.

Pour satisfaire à cette instance il suffira d'exposer que par certains procédés nous pouvons obtenir du

régule de fer sans instruments ni marteaux, et par le seul effet d'un feu bien administré et soutenu long-temps au degré nécessaire pour épurer la fonte sans la brûler, en laissant ainsi remuer par le feu, successivement et lentement, les molécules métalliques, qui se réunissent alors par une espèce de départ ou séparation des matières hétérogènes dont elles étoient mélangées. Ainsi la nature aura pu, dans certaines circonstances, produire le même effet; mais ces circonstances ne peuvent qu'être extrêmement rares, puisque par nos propres procédés, dirigés à ce but, on ne réussit qu'à force de précautions.

Ce point, également intéressant pour l'histoire de la nature et pour celle de l'art, exige quelques discussions de détail, dans lesquelles nous entrerons volontiers par la raison de leur utilité. La mine de fer jetée dans nos fourneaux élevés de vingt à vingt-cinq pieds, et remplis de charbons ardents, ne se liquéfie que quand elle est descendue à plus des trois quarts de cette hauteur; elle tombe alors sous le vent des soufflets, et achève de se fondre au dessus du creuset qui la reçoit, et dans lequel on la tient pendant quelques heures, tant pour en accumuler la quantité que pour la laisser se purger des matières hétérogènes qui s'écoulent en forme de verre impur qu'on appelle *laitier*. Cette matière, plus légère que la fonte de fer, en surmonte le bain dans le creuset; plus on tient la fonte dans cet état en continuant le feu, plus elle se dépouille de ses impuretés : mais comme l'on ne peut la brasser autant qu'il le faudroit, ni même la remuer aisément dans ce creuset, elle reste nécessairement encore mêlée d'une grande quantité de ces matières

hétérogènes, en sorte que les meilleures fontes de fer en contiennent plus d'un quart, et les fontes communes près d'un tiers, dont il faut les purger pour les convertir en fer[1]. Ordinairement on fait, au bout de douze heures, ouverture au creuset; la fonte coule, comme un ruisseau de feu, dans un long et large sillon, où elle se consolide en un lingot ou *gueuse* de quinze cents à deux mille livres de poids : on laisse ce lingot se refroidir au moule, et on l'en tire pour le conduire sur des rouleaux et le faire entrer, par l'une de ses extrémités, dans le foyer de l'affinerie, où cette extrémité, chauffée par un nouveau feu, se ramollit et se sépare du reste du lingot : l'ouvrier perce et pétrit avec des *ringards*[2] cette loupe à demi liquéfiée, qui, par ce travail, s'épure et laisse couler, par le fond du foyer, une partie de la matière hétérogène que le feu du fourneau de fusion n'avoit pu séparer; ensuite l'on porte cette loupe ardente sous le marteau, où la force de la percussion fait sortir de sa masse encore molle le reste des substances impures qu'elle contenoit; et ces mêmes coups redoublés du marteau rapprochent et réunissent en une masse solide et plus allongée les parties de ce fer que l'on vient d'épurer, et qui ne prennent qu'alors la forme et la ductilité du métal.

Ce sont là les procédés ordinaires dans le travail de

1. Dans cet épurement de la fonte, pour la convertir en fer par le travail de l'affinerie et par la percussion du marteau, il se perd quelques portions de fer que les matières hétérogènes entraînent avec elles, et on en retrouve une partie dans les scories de l'affinerie.

2. On appelle *ringards* des barreaux de fer pointus par l'une de leurs extrémités.

nos forges; et quoiqu'ils paroissent assez simples, ils demandent de l'intelligence, et supposent de l'habitude et même des attentions suivies. L'on ne doit pas traiter autrement les mines pauvres qui ne donnent que trente ou même quarante livres de fonte par quintal : mais avec des mines riches en métal, c'est-à-dire avec celles qui donnent soixante-dix, soixante, ou même cinquante-cinq pour cent, on peut obtenir du fer, et même de l'acier, sans faire passer ces mines par l'état d'une fonte liquide et sans les couler en lingots; au lieu des hauts fourneaux entretenus en feu sans interruption pendant plusieurs mois, il ne faut pour ces mines riches que de petits fourneaux, qu'on charge et vide plus d'une fois par jour. On leur a donné le nom de *fourneaux à la catalane* : ils n'ont que trois ou quatre pieds de hauteur; ceux de Styrie en ont dix ou douze; et quoique la construction de ces fourneaux à la catalane et de ceux de Styrie soit différente, leur effet est à peu près le même; au lieu de gueuses ou lingots d'une fonte coulée, on obtient dans ces petits fourneaux des *massets* ou loupes formées par coagulation, et qui sont assez épurées pour qu'on puisse les porter sous le marteau au sortir de ces fourneaux de liquation : ainsi la matière de ces massets est bien plus pure que celle des gueuses, qu'il faut travailler et purifier au feu de l'affinerie avant de les mettre sur l'enclume. Ces massets contiennent souvent de l'acier, qu'on a soin d'en séparer, et le reste est du bon fer ou du fer mêlé d'acier. Voilà donc de l'acier et du fer, tous deux produits par le seul régime du feu, et sans que l'ouvrier en ait pétri la matière pour la dépurer; et de même, lorsque dans les hauts

fourneaux on laisse quelques parties de fonte se recuire au feu pendant plusieurs semaines, cette fonte d'abord mêlée d'un tiers ou d'un quart de substances étrangères, s'épure au point de devenir un vrai régule de fer qui commence à prendre de la ductilité. Ainsi la nature a pu et peut encore, par le feu des volcans, produire des fontes et des régules de fer semblables à ceux que nous obtenons dans ces fourneaux de liquation sans le secours du marteau; et c'est à cette cause qu'on doit rapporter la formation de ces morceaux de fer ou d'acier qu'on a regardés comme natifs, et qui, quoique très rares, ont suffi pour faire croire que c'étoit là le vrai fer de la nature, tandis que dans la réalité elle n'a formé, par son travail primitif, que des roches ferrugineuses, toutes plus impures que les fontes de notre art.

Nous donnerons dans la suite les procédés par lesquels on peut obtenir des fontes, des aciers, et des fers de toutes qualités : l'on verra pourquoi les mines de fer riches peuvent être traitées différemment des mines pauvres; pourquoi la méthode catalane, celle de Styrie, et d'autres, ne peuvent être avantageusement employées à la fusion de nos mines en grains; pourquoi, dans tous les cas, nous nous servons du marteau pour achever de consolider le fer, etc. Il nous suffit ici d'avoir démontré par les faits que le feu primitif n'a point produit de fer pur semblable à notre fer forgé, mais que la quantité tout entière de la matière de fer s'est mêlée, dans le temps de la consolidation du globe, avec les substances vitreuses, et que c'est de ce mélange que sont composées les roches primordiales de fer et d'aimant; qu'enfin si l'on

tire quelquefois du sein de la terre des morceaux de fer, leur formation, bien postérieure, n'est due qu'à la main de l'homme, ou à la rencontre fortuite d'une mine de fer dans le gouffre d'un volcan.

Reprenant donc l'ordre des premiers temps, nous jugerons aisément que les roches ferrugineuses se sont consolidées presque en même temps que les rochers graniteux se sont formés, c'est-à-dire après la consolidation et la réduction en débris du quartz et des autres premiers verres. Ces roches sont composées de molécules ferrugineuses, intimement unies avec la matière vitreuse; elles ont d'abord été fondues ensemble; elles se sont ensuite consolidées par le refroidissement, sous la forme d'une pierre dure et pesante; elles ont conservé cette forme primitive dans tous les lieux où elles n'ont pas été exposées à l'action des éléments humides : mais les parties extérieures de ces roches ferrugineuses s'étant trouvées, dès le temps de la première chute des eaux, exposées aux impressions des éléments humides, elles se sont converties en rouille et en ocre; cette rouille, détachée de leurs masses, aura bientôt été transportée, comme les sables vitreux, par le mouvement des eaux, et déposée sur le fond de cette première mer, lequel, dans la suite, est devenu la surface de tous nos continents.

Par cette décomposition des premières roches ferrugineuses, la matière du fer s'est trouvée répandue sur toutes les parties de la surface du globe, et par conséquent cette matière est entrée, avec les autres éléments de la terre, dans la composition des végétaux et des animaux, dont les détriments s'étant ensuite accumulés, ont formé la terre végétale, dans laquelle

la mine de fer en grains s'est produite par la réunion de ces mêmes particules ferrugineuses disséminées et contenues dans cette terre, qui, comme nous l'avons dit[1], est la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés, et en particulier des mines de fer en grains.

La grande quantité de rouille détachée de la surface des roches primitives de fer, et transportée par les eaux, aura dû former aussi des dépôts particuliers en plusieurs endroits : chacune de nos mines d'ocre est un de ces anciens dépôts, car l'ocre ne diffère de la rouille de fer que par le plus ou moins de terre qui s'y trouve mêlée. Et lorsque la décomposition de ces roches primordiales s'est opérée plus lentement, et qu'au lieu de se convertir eu rouille grossière, la matière ferrugineuse a été atténuée et comme dissoute par une action plus lente des éléments humides, les parties les plus fines de cette matière ayant été saisies et entraînées par l'eau, ont formé par stillation des concrétions ou stalactites ferrugineuses, dont la plupart sont plus riches en métal que les mines en grains et en rouille.

On peut réduire toutes les mines de fer de seconde formation à ces trois états, de mines en grains, de mines en ocre ou en rouille, et de mines en concrétions. Elles ont également été produites par l'action et l'intermède de l'eau ; toutes tirent leur origine de la composition des roches primitives de fer, de la même manière que les grès, les argiles, et les schistes proviennent de la décomposition des premières matières vitreuses.

1. Voyez dans le volume précédent l'article de la *Terre végétale*.

J'ai démontré, dans l'article de la *Terre végétale*, comment se sont formés les grains de la mine de fer : nous les voyons pour ainsi dire se produire sous nos yeux, par la réunion des particules ferrugineuses disséminées dans cette terre végétale, et ces grains de mine contiennent quelquefois une plus grande quantité de fer que les roches de fer les plus riches; mais comme ces grains sont presque toujours très petits, et qu'il n'est jamais possible de les tirer un à un, ni de les séparer en entier des terres avec lesquelles ils sont mêlées, surtout lorsqu'il s'agit de travail en grand, ces mines en grains ne rendent ordinairement par quintal que de trente-cinq à quarante-cinq livres de fonte, et souvent moins, tandis que plusieurs mines en roche donnent depuis cinquante jusqu'à soixante et au delà : mais je me suis assuré, par quelques essais en petit, qu'on auroit au moins un aussi grand produit en ne faisant fondre que le grain net de ces mines de seconde formation. Elles peuvent être plus ou moins riches en métal, selon que chaque grain aura reçu dans sa composition une plus ou moins forte quantité de substance métallique, sans mélange de matières hétérogènes; car de la même manière que nous voyons se former des stalactites plus ou moins pures dans toutes les matières terrestres, ces grains de mines de fer, qui sont de vraies stalactites de la terre végétale imprégnée de fer, peuvent être aussi plus ou moins purs, c'est-à-dire plus ou moins chargés de parties métalliques; et par conséquent ces mines peuvent être plus riches en métal que le minéral en roche, qui, ayant été formé par le feu primitif, contient toujours une quantité considérable de matière

vitreuse. Je dois même ajouter que les mines en stalactites et en masses concrètes en fournissent un exemple sensible : elles sont, comme les mines en grains, formées par l'intermède de l'eau ; et quoiqu'elles soient toujours mêlées de matières hétérogènes, elles donnent assez ordinairement une plus grande quantité de fer que la plupart des mines de première formation.

Ainsi toute mine de fer, soit qu'elle ait été produite par le feu primitif, ou travaillée par l'eau, est toujours mélangée d'une plus ou moins grande quantité de substances hétérogènes; seulement on doit observer que, dans les mines produites par le feu, le fer est toujours mélangé avec une matière vitreuse, tandis que dans celles qui ont été formées par l'intermède de l'eau, le mélange est plus souvent de matière calcaire[1]. Ces dernières mines, qu'on nomme *spathiques*[2] à cause de ce mélange de spath ou de parties calcaires, ne sont point attirables à l'aimant, parce qu'elles n'ont pas été produites par le feu, et qu'elles ont été, comme les mines en grains ou en rouille, toutes formées du détriment des premières roches ferrugineuses, qui ont perdu leur magnétisme par

1. « Les mines de fer de Rougé en Bretagne sont en masses de rocher de trois quarts de lieue d'étendue, sur quinze à dix-huit pieds d'épaisseur, disposées en bancs horizontaux ; elles sont de seconde formation, et sont en même temps mêlées de matières silicées. » Je ne cite cet exemple que pour faire voir que les mines de seconde formation se trouvent quelquefois mêlées de matières vitreuses ; mais, dans ce cas, ces matières vitreuses sont elles-mêmes de seconde formation. Ce fait m'a été fourni par M. de Grignon, qui a observé ces mines en Bretagne.

2. Il y a néanmoins quelques unes de ces mines attirables à l'aimant, dans le Dauphiné et dans les Pyrénées.

cette décomposition : néanmoins, lorsque ces mines secondaires, formées par l'intermède de l'eau, se trouvent mêlées de sablons ferrugineux qui ont passé par le feu, elles sont alors attirables à l'aimant, parce que ces sablons qui ne sont pas susceptibles de rouille, ne perdent jamais cette propriété d'être attirables à l'aimant.

La fameuse montagne d'Eisenhartz en Styrie, haute de quatre cent quatre-vingts toises, est presque toute composée de minéraux ferrugineux de différentes qualités; on en tire, de temps immémorial, tout le fer et l'acier qui se fabriquent dans cette contrée; et l'on a observé que le minéral propre à faire de l'acier étoit différent de celui qui est propre à faire du bon fer. Le minéral le plus riche en acier, que l'on appelle *phlint*, est blanc, fort dur, et difficile à fondre : mais il devient rouge ou noir, et moins dur, en s'effleurissant dans la mine même. Celui qui est le plus propre à donner du fer doux est le plus tendre; il est aussi plus fusible, et quelquefois environné de rouille ou d'ocre. Le noyau et la masse principale de cette montagne sont sans doute de fer primordial produit par le feu primitif, duquel les autres minéraux ferrugineux ne sont que des exsudations, des concrétions, des stalactites plus ou moins mélangées de matière calcaire, de pyrites, et d'autres substances dissoutes ou délayées par l'eau, et qui sont entrées dans la composition de ces masses secondaires lorsqu'elles se sont formées.

De quelque qualité que soient les mines de fer en roches solides, on est obligé de les concasser et de les réduire en morceaux gros comme des noisettes, avant de les jeter au fourneau : mais pour briser plus aisément

les blocs de ce minéral, ordinairement très dur, on est dans l'usage de les faire griller au feu; on établit une couche de bois sec, sur laquelle on met ces gros morceaux de minéral, que l'on couvre d'une autre couche de bois; puis un second lit de minéral, et ainsi alternativement jusqu'à cinq ou six pieds de hauteur; et après avoir allumé le feu, on le laisse consumer tout ce qui est combustible et s'éteindre de lui-même. Cette première action du feu rend le minéral plus tendre; on le concasse plus aisément, et il se trouve plus disposé à la fusion qu'il doit subir au fourneau. Toutes les roches de fer qui ne sont mélangées que de substances vitreuses exigent qu'on y joigne une certaine quantité de matière calcaire pour en faciliter la fonte; celles au contraire qui ne contiennent que peu ou point de matière vitreuse, et qui sont mélangées de substances calcaires, demandent l'addition de quelque matière vitrescible, telle que la terre limoneuse, qui, se fondant aisément, aide à la fusion de ces mines de fer, et s'empare des parties calcaires dont elles sont mélangées.

Les mines qui ont été produites par le feu primitif sont, comme nous l'avons dit, toutes attirables à l'aimant, à moins que l'eau ne les ait décomposées et réduites en rouille, en ocre, en grains, ou en concrétions; car elles perdent dès lors cette propriété magnétique : cependant les mines primitives ne sont pas les seules qui soient attirables à l'aimant; toutes celles de seconde formation qui auront subi l'action du feu, soit dans les volcans, soit par les incendies des forêts, sont également et souvent aussi susceptibles de cette attraction; en sorte que si l'on s'en te-

noit à cette seule propriété, elle ne suffiroit pas pour distinguer les mines ferrugineuses de première formation de toutes les autres qui, quoique de formation bien postérieure, sont également attirables à l'aimant; mais il y a d'autres indices assez certains par lesquels on peut les reconnoître. Les matières ferrugineuses primitives sont toutes en très grandes masses, et toujours intimement mêlées de matière vitreuse; celles qui ont été produites postérieurement par les volcans, ou par d'autres incendies, ne se trouvent qu'en petits morceaux, et le plus souvent en paillettes et en sablons, et ces sablons ferrugineux et très attirables à l'aimant sont ordinairement bien plus réfractaires au feu que la roche de fer la plus dure. Ces sablons ont apparemment essuyé une si forte action du feu, qu'ils ont pour ainsi dire changé de nature et perdu toutes leurs propriétés métalliques; car il ne leur est resté que la seule qualité d'être attirables à l'aimant, qualité communiquée par le feu, et qui, comme l'on voit, n'est pas essentielle à toute matière ferrugineuse, puisque les mines qui ont été formées par l'intermède de l'eau en sont dépourvues ou dépouillées, et qu'elles ne reprennent ou n'acquièrent cette propriété magnétique qu'après avoir passé par le feu.

Toute la quantité, quoique immense, du fer disséminé sur le globe provient donc originairement des débris et détriments des grandes masses primitives, dans lesquelles la substance ferrugineuse est mêlée avec la matière vitreuse, et s'est consolidée avec elle : mais ce fer disséminé sur la terre se trouve dans des états très différents, suivant les impressions plus ou

moins fortes qu'il a subies par l'action des autres éléments et par le mélange de différentes matières. La décomposition la plus simple du fer primordial est sa conversion en rouille : les faces des roches ferrugineuses exposées à l'action de l'acide aérien se sont couvertes de rouille; et cette rouille de fer, en perdant sa propriété magnétique, a néanmoins conservé ses autres qualités, et peut même se convertir en métal plus aisément que la roche dont elle tire son origine. Ce fer réduit en rouille, et transporté dans cet état par les eaux sur toute la surface du globe, s'est plus ou moins mêlé avec la terre végétale; il s'y est uni et atténué au point d'entrer avec la sève dans la composition de la substance des végétaux, et, par une suite nécessaire, dans celle des animaux : les uns et les autres rendent ensuite ce fer à la terre par la destruction de leur corps. Lorsque cette destruction s'opère par la pourriture, les particules de fer provenant des êtres organisés n'en sont pas plus magnétiques, et ne forment toujours qu'une espèce de rouille plus fine et plus ténue que la rouille grossière dont elles ont tiré leur origine : mais si la destruction des corps se fait par le moyen du feu, alors toutes les molécules ferrugineuses qu'ils contenoient reprennent, par l'action de cet élément, la propriété d'être attirables à l'aimant, que l'impression des éléments humides leur avoit ôtée; et comme il y a eu, dans plusieurs lieux de la terre, de grands incendies de forêts, et presque partout des feux particuliers, et des feux encore plus grands dans les terrains volcanisés, on ne doit pas être surpris de trouver à la surface et dans l'intérieur des premières couches de la terre des particules de fer attirables à l'aimant,

d'autant que les détriments de tout le fer fabriqué par la main de l'homme, toutes les poussières de fer produites par le frottement et par l'usure, conservent cette propriété tant qu'elles ne sont pas réduites en rouille. C'est par cette raison que dans une mine dont les particules en rouille, ou les grains, ne sont point attirables à l'aimant, il se trouve souvent des paillettes ou sablons magnétiques, qui, pour la plupart, sont noirs, et quelquefois brillants comme du mica. Ces sablons, quoique ferrugineux, ne sont ni susceptibles de rouille, ni dissolubles par les acides, ni fusibles au feu; ce sont des particules d'un fer qui a été brûlé autant qu'il peut l'être, et qui a perdu, par une trop longue ou trop violente action du feu, toutes ses qualités, à l'exception de la propriété d'être attiré par l'aimant, qu'il a conservée ou plutôt acquise par l'impression de cet élément.

Il se trouve donc dans le sein de la terre beaucoup de fer en rouille, et une certaine quantité de fer en paillettes attirables à l'aimant. On doit rechercher le premier pour le fondre, et rejeter le second, qui est presque infusible. Il y a, dans quelques endroits, d'assez grands amas de ces sablons ferrugineux que des artistes peu expérimentés ont pris pour de bonnes mines de fer, et qu'ils ont fait porter à leur fourneau, sans se douter que cette matière ne pouvoit s'y fondre. Ce sont ces mêmes sablons ferrugineux qui se trouvent toujours mêlés avec la platine, et qui font même partie de la substance de ce minéral.

Voilà donc déjà deux états sous lesquels se présente le fer disséminé sur la terre; celui d'une rouille qui n'est point attirable à l'aimant et qui se fond aisément

qu'elles ont besoin d'être grillées pendant plusieurs jours avant d'être concassées et jetées au fourneau de fusion.

Nous devons ajouter à cet état du fer en grains celui du fer en stalactites ou concrétions continues, qui se sont formées soit par l'agrégation des grains, soit par la dissolution et le flux de la matière dont ils sont composés, soit par des dépôts de toute autre matière ferrugineuse entraînée par la stillation des eaux. Ces concrétions ou stalactites ferrugineuses sont quelquefois très riches en métal, et souvent aussi elles sont mêlées de substances étrangères, et surtout de matières calcaires, qui facilitent leur fusion, et rendent ces mines précieuses par le peu de dépense qu'elles exigent, et le bon produit qu'elles donnent.

On trouve aussi des mines de fer mêlées de bitume et de charbon de terre ; mais il est rare qu'on puisse en faire usage, parce qu'elles sont presque aussi combustibles que ce charbon, et que souvent la matière ferrugineuse y est réduite en pyrite, et s'y trouve en trop petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit.

Enfin le fer disséminé sur la terre se trouve encore dans un état très différent des trois états précédents ; cet état est celui de pyrite, minéral ferrugineux dont le fonds n'est que du fer décomposé et intimement lié avec la substance du feu fixe, qui a été saisie par l'acide. La quantité de ces pyrites ferrugineuses est peut-être aussi grande que celle des mines de fer en grains et en rouille : ainsi, lorsque les détriments du fer primordial n'ont été attaqués que par l'humidité de l'air ou l'impression de l'eau, ils se sont convertis en

rouille, en ocre, ou formés en stalactites et en grains; et quand ces mêmes détriments on subi une violente action du feu, soit dans les volcans, soit par d'autres incendies, ils ont été brûlés autant qu'ils pouvoient l'être, et se sont transformés en mâchefer, en sablons et paillettes attirables à l'aimant : mais lorsque ces mêmes détriments, au lieu d'être travaillés par les éléments humides ou par le feu, ont été saisis par l'acide chargé de la substance du feu fixe, ils ont pour ainsi dire perdu leur nature de fer, et ils ont pris la forme de pyrites, que l'on ne doit pas compter au nombre des vraies mines de fer, quoiqu'elles contiennent une grande quantité de matière ferrugineuse, parce que le fer y étant dans un état de destruction et intimement uni ou combiné avec l'acide et le feu fixe, c'est-à-dire avec le soufre, qui est le destructeur du fer, on ne peut ni séparer ce métal ni le rétablir par les procédés ordinaires; il se sublime et brûle au lieu de fondre, et même une assez petite quantité de pyrites jetées dans un fourneau avec la mine de fer suffit pour en gâter la fonte. On doit donc éviter avec soin l'emploi des mines mêlées de parties pyriteuses, qui ne peuvent donner que de fort mauvaise fonte et du fer très cassant.

Mais ces mêmes pyrites, dont on ne peut guère tirer les parties ferrugineuses par le moyen du feu, reproduisent du fer en se décomposant par l'humidité; exposées à l'air, elles commencent par s'effleurir à la surface, et bientôt elles se réduisent en poudre : leurs parties ferrugineuses reprennent alors la forme de rouille, et dès lors on doit compter ces pyrites décomposées au nombre des autres mines de fer

ou des rouilles disséminées dont se forment les mines en grains[1] et en concrétions. Ces concrétions se trouvent quelquefois mélangées avec de la terre limoneuse, et même avec de petits cailloux ou du sable vitreux; et lorsqu'elles sont mêlées de matières calcaires, elles prennent des formes semblables à celle du spath, et on les a dénommées *mines spathiques*. Ces mines sont ordinairement très fusibles, et souvent fort riches en métal; quelques unes, comme celle de Conflans en Lorraine, sont en assez grandes masses et en gros blocs, d'un grain serré et d'une couleur tannée. Ce minerai est rempli de cristallisations de spath, de bélemnites, de cornes d'ammon, etc. : il est très riche, et donne du fer de bonne qualité.

Il en est de même des mines de fer cristallisées auxquelles on a donné le nom d'*hématites*, parce qu'il s'en trouve souvent qui sont d'un rouge couleur de sang. Ces hématites cristallisées doivent être considérées comme des stalactites des mines de fer sous lesquelles elles se trouvent : elles sont quelquefois étendues en lits horizontaux d'une assez grande épaisseur, sous des couches beaucoup plus épaisses de

1. Quelques minéralogistes ont même prétendu que toutes les mines de fer en grains et en concrétions doivent leur origine à la décomposition des pyrites. Je dois observer que cette opinion seroit trop exclusive; la destruction des pyrites martiales n'est pas la seule cause de la production des mines en concrétions ou en grains, puisque tous les détriments des matières ferrugineuses doivent les produire également, et que d'ailleurs la décomposition et la dissémination universelles de la matière ferrugineuse par l'eau ont précédé nécessairement la formation des pyrites, qui ne sont en effet produites que dans les lieux où la matière ferrugineuse, l'acide, et le feu fixe des détriments des végétaux et des animaux se sont trouvés réunis.

mine en rouille ou en ocre[1]; et l'on voit évidemment que ces hématites sont produites par la stillation d'une eau chargée de molécules ferrugineuses qu'elle a détachées en passant à travers cette grande épaisseur d'ocre ou de rouille. Au reste, toutes les hématites ne sont pas rouges; il y en a de brunes et même de couleur plus foncée : mais lorsqu'on les réduit en poudre, elles prennent toutes une couleur d'un rouge plus ou moins vif, et l'on peut les considérer en général comme l'un des derniers produits de la décomposition du fer par l'intermède de l'eau.

Les hématites, les mines spathiques et autres concrétions ferrugineuses, de quelques substances qu'elles

1. Je crois qu'on doit rapporter à ces couches d'hématites en grandes masses la mine de fer qui se tire à Rouez dans le Maine, et de laquelle M. de Burbure m'a envoyé la description suivante : « Cette mine, située à cinq quarts de lieue de Sillé-le-Guillaume, est très riche; elle est dans une terre ocreuse qui a plus de trente pieds d'épaisseur; il part de la partie inférieure de cette mine plusieurs filons qui, en s'enfonçant, vont aboutir à de gros blocs isolés de mine de fer; ces blocs se rencontrent à vingt ou vingt-six pieds de profondeur, et sont composés de particules ferrugineuses qui paroissent être sans mélange; ils ont aussi des ramifications qui, en se prolongeant, vont se joindre à d'autres masses de mine de fer moins pures que ces premiers blocs, parce qu'elles renferment dans l'intérieur de petites pierres qui y sont incorporées et intimement unies : néanmoins les forgerons leur trouvent une sorte de mérite qui les fait préférer aux autres masses ferrugineuses plus homogènes; car, si elles renferment moins de fer, elles ont l'avantage de se fondre plus aisément à cause des pierres qu'elles renferment, et qui en facilitent la fusion. » C'est à cette même sorte de mine que l'on peut rapporter celles auxquelles on donne le nom de *mines tapées*, qui sont des mines de concrétions en masses et couches, et qui gisent souvent sous les mines en ocre ou en rouille, et qui, quoiqu'en grands morceaux, sont ordinairement plus riches en métal; la plupart sont spathiques ou mélangées de matières calcaires. (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

soient mêlées, ne doivent pas être confondues avec les mines du fer primordial; elles ne sont que de seconde ou de troisième formation. Les premières roches de fer ont été produites par le feu primitif, et sont toutes intimement mélangées de matières vitreuses. Les détriments de ces premières roches ont formé les rouilles et les ocres que le mouvement des eaux a transportées sur toutes les parties du globe; les particules plus ténues de ces rouilles ferrugineuses ont été pompées par les végétaux, et sont rentrées dans leur composition et dans celle des animaux, qui les ont ensuite rendues à la terre par la pourriture et la destruction de leur corps. Ces mêmes molécules ferrugineuses, ayant passé par le corps des êtres organisés, ont conservé une partie des éléments du feu dont elles étoient animées pendant qu'ils étoient vivants; et c'est de la réunion de ces molécules de fer animées de feu que se sont formées les pyrites, qui ne contiennent en effet que du fer, du feu fixe, et de l'acide, et qui d'ailleurs, se présentant toujours sous une forme régulière, n'ont pu la recevoir que par l'impression des molécules organiques encore actives dans les derniers résidus des corps organisés; et comme les végétaux produits et détruits dans les premiers âges de la nature étoient en nombre immense, la quantité des pyrites produites par leurs résidus est de même si considérable, qu'elle surpasse en quelques endroits celle des mines de fer en rouille et en grains, et les pyrites se trouvent souvent enfouies à de plus grandes profondeurs que les unes et les autres.

C'est de la décomposition successive de ces pyrites et de tous les autres détriments du fer primordial ou

secondaire que se sont ensuite formées les concrétions spathiques et les mines en masses ou en grains, qui toutes sont de seconde et de troisième formation, car indépendamment des mines en rouille ou en grains qui ont autrefois été transportées, lavées, et déposées par les eaux de la mer; indépendamment de celles qui ont été produites par la destruction des pyrites et par celle de tout le fer dont nous faisons usage, on ne peut douter qu'il ne se forme encore tous les jours de la mine de fer en grains dans la terre végétale, et des pyrites dans toutes les terres imprégnées d'acide, et que par conséquent les mines secondaires de fer ne puissent se reproduire plusieurs fois de la même manière qu'elles ont d'abord été produites, c'est-à-dire avec les mêmes molécules ferrugineuses provenant originairement des détriments des roches primordiales de fer, qui se sont mêlées dans toutes les matières brutes et dans tous les corps organisés, et qui ont successivement pris toutes les formes sous lesquelles nous venons de les présenter.

Ainsi ces différentes transformations du fer n'empêchent pas que ce métal ne soit un dans la nature, comme tous les autres métaux : ses mines, à la vérité, sont plus sujettes à varier que toutes les autres mines métalliques; et comme elles sont en même temps les plus difficiles à traiter, et que les expériences, surtout en grand, sont longues et très coûteuses, et que les procédés, ainsi que les résultats des routines ou méthodes ordinaires, sont très différents les uns des autres, bien des gens se sont persuadés que la nature, qui produit partout le même or, le même argent, le même cuivre, le même plomb, le même étain, s'é-

toit prêtée à une exception pour le fer, et qu'elle en avoit formé de qualités très différentes, non seulement dans les divers pays, mais dans les mêmes lieux. Cependant cette idée n'est point du tout fondée ; l'expérience m'a démontré que l'essence du fer est toujours et partout la même, en sorte que l'on peut, avec les plus mauvaises mines, venir à bout de faire des fers d'aussi bonne qualité qu'avec les meilleures : il ne faut pour cela que purifier ces mines en les purgeant de la trop grande quantité des matières étrangères qui s'y trouvent ; le fer qu'on en tirera sera dès lors aussi bon qu'aucun autre.

Mais, pour arriver à ce point de perfection, il faut un traitement différent, suivant la nature de la mine ; il faut l'essayer en petit, et la bien connoître avant d'en faire usage en grand ; et nous ne pouvons donner sur cela que des conseils généraux, qui trouveront néanmoins leur application particulière dans un très grand nombre de cas. Toute roche primordiale de fer, ou mine en roche mélangée de matière vitreuse, doit être grillée pendant plusieurs jours, et ensuite concassée en très petits morceaux avant d'être mise au fourneau ; sans cette première préparation, qui rend le minéral moins dur, on ne viendroit que très difficilement à bout de le briser, et il refuseroit même d'entrer en fusion au feu du fourneau, ou n'y entreroit qu'avec beaucoup plus de temps : il faut toujours y mêler une bonne quantité de castine ou matière calcaire. Le traitement de ces mines exige donc une plus grande dépense que celui des mines en grains, par la consommation plus grande des combustibles employés à leur réduction ; et à moins qu'elles ne

soient, comme celles de Suède, très riches en métal, ou que les combustibles ne soient à très bas prix, le produit ne suffit pas pour payer les frais du travail.

Il n'en est pas de même des mines en concrétions et en masses spathiques ou mélangées de matières calcaires; il est rarement nécessaire de les griller[1] : on les casse aisément au sortir de leur minière, et elles se fondent avec une grande facilité et sans addition, sinon d'un peu de terre limoneuse ou d'autre matière vitrifiable lorsqu'elles se trouvent trop chargées de substance calcaire. Ces mines sont donc celles qui donnent le plus de produit relativement à la dépense.

Pour qu'on puisse se former une idée du gisement et de la qualité des mines primordiales ou roches de fer, nous croyons devoir rapporter ici les observations que M. Jars, de l'Académie des Sciences, a faites dans ses voyages. « En Suède, dit-il, la mine de *Nordmarck*, à trois lieues au nord de *Philipstadt*, est en filons perpendiculaires, dans une montagne peu élevée au milieu d'un très large vallon; les filons suivent la direction de la montagne, qui est du nord au sud, et ils sont presque tous à très peu près parallèles : ils ont en quelques endroits sept ou huit toises de largeur. Les montagnes de ce district, et même de toute cette province, sont de granite; mais les filons de

1. Il y a cependant, dans les Pyrénées et dans le Dauphiné, des mines spathiques où la matière calcaire est si intimement unie et en si grande quantité avec la substance ferrugineuse, qu'il est nécessaire de les griller, afin de réduire en chaux cette matière calcaire que l'on en sépare ensuite par le lavage; mais ces sortes de mines ne font qu'une légère exception à ce qui vient d'être dit.

mine de fer se trouvent aux environs, dans une espèce de terre bleuâtre et brunâtre : cette pierre est unie aux filons de fer comme le quartz l'est au plomb, au cuivre, etc. Lorsque le granite s'approche du filon, il le dérange et l'oblitère; ainsi les filons de fer ne se trouvent point dans le granite : le meilleur indice est le mica blanc et noir à grandes facettes; on est presque toujours sûr de trouver au dessous du minéral riche. Il y a aussi de la pierre calcaire aux environs des granites : mais le fer ne s'y trouve qu'en rognons, et non pas en filons, ce qui prouve qu'il est de seconde formation dans ces pierres calcaires. Le minéral est attirable à l'aimant; il est très dur, très compacte et fort pesant : il donne plus de cinquante pour cent de bonne fonte. Ces mines sont en masses, et on les travaille comme nous exploitons nos carrières les plus dures, avec de la poudre.

» Les mines de Presberg, à deux lieues à l'orient de Philipstadt, sont de même en filons et dans des rochers assez semblables à ceux de Nordmarck; ces filons sont quelquefois accompagnés de grenats, de schorl, et d'une pierre micacée assez semblable à la craie de Briançon : ils sont situés dans une presqu'île environnée d'un très grand lac; ils sont parallèles et vont, comme la presqu'île, du nord au sud.

» On dédaigne d'exploiter les filons qui n'ont pas au moins une toise d'épaisseur : le minéral rend en général cinquante pour cent de fonte. Les filons sont presque perpendiculaires, et les différentes mines ont depuis douze jusqu'à quarante toises de profondeur.

» On fait griller le minéral avant de le jeter dans les hauts fourneaux, qui ont environ vingt-cinq pieds

de hauteur; on le fond à l'aide d'une castine calcaire.

» Les mines de Danemora, dans la province d'Upland, à une lieue d'Upsal, sont les meilleures de toute la Suède. Le minéral est communément uni avec une matière fusible [1], en sorte qu'il se fond seul et sans addition de matière calcaire. Ces mines de Danemora sont au bord d'un grand lac; les filons en sont presque perpendiculaires et parallèles dans une direction commune du nord-est au sud-ouest : quoique tous les rochers soient de granite, les filons de fer sont toujours, comme ceux des mines précédentes, dans une pierre bleuâtre [2]. Il y a actuellement dix mines en exploitation sur trois filons bien distincts : la plus profonde de ces mines est exploitée jusqu'à quatre-vingts toises de profondeur; elle est, comme toutes les autres, fort incommodée par les eaux : on les exploite comme des carrières de pierres

1. J'observerai que si cette mine est de première formation, la matière dont le minéral est mélangé, et qui lui est intimement unie, ne doit pas être calcaire, mais que ce pourroit être du feld-spath ou du schorl, qui non seulement sont très fusibles par eux-mêmes, mais qui communiquent de la fusibilité aux substances dans lesquelles ils se trouvent incorporés.

2. M. Jars ne dit pas si cette pierre bleue est vitreuse ou calcaire; sa couleur bleue provient certainement du fer qui fait partie de sa substance, et je présume que sa fusibilité peut provenir du feld-spath et du schorl qui s'y trouvent mêlés, et qu'elle ne contient point de substance calcaire à laquelle on pourroit attribuer sa fusibilité; ma présomption est fondée sur ce que cette mine descend jusqu'à quatre-vingts toises dans un terrain qui n'est environné que de granite, et où M. Jars ne dit pas avoir observé des bancs de pierre calcaire : il me paroît donc que cette mine de Danemora est de première formation, comme celles de Presberg et de Nordmarck, et que, quoiqu'elle soit plus fusible, elle ne contient que de la matière vitreuse, comme toutes les autres mines de fer primitives.

dures, en faisant au jour de très grandes ouvertures. Le minéral est très attirable à l'aimant; on lui donne sur tous les autres la préférence pour être converti en acier : on y trouve quelquefois de l'asbeste. On exploite ces mines tant avec la poudre à canon qu'avec de grands feux de bois allumés, et l'on jette ce bois depuis le dessus de la grande ouverture. Après l'extraction de ces pierres de fer en quartiers plus ou moins gros, on en impose de deux pieds de hauteur sur une couche de bois de sapin de deux pieds d'épaisseur, et l'on couvre le minéral d'un pied et demi de poudre de charbon, et ensuite on met le feu au bois : le minéral, attendri par ce grillage, est broyé sous un marteau ou bocard, après quoi on le jette au fourneau seul et sans addition de castine. »

Dans plusieurs endroits, les mines de fer en roche sont assez magnétiques pour qu'on puisse les trouver à la boussole; cet indice est l'un des plus certains pour distinguer les mines de première formation par le feu, de celles qui n'ont ensuite été formées que par l'intermède de l'eau : mais de quelque manière et par quelque agent qu'elles aient été travaillées, l'élément du fer est toujours le même, et l'on peut, en y mettant tous les soins nécessaires, faire du bon fer avec les plus mauvaises mines; tout dépend du traitement de la mine et du régime du feu, tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie.

Comme l'on sait maintenant fabriquer le fer dans presque toutes les parties du monde, nous pouvons donner l'énumération des mines de fer qui se travaillent actuellement chez tous les peuples policés. On connoît en France celles d'Allevard en Dauphiné, qui

sont en masses concrètes, et qui donnent de très bon fer et d'assez bon acier par la fonte, que l'on appelle *acier de rive.* « J'ai vu, dit M. de Grignon, environ vingt filons de mines spathiques dans les montagnes d'Allevard; il y en a qui ont six pieds et plus de largeur sur une hauteur incommensurable : ils marchent régulièrement et sont presque tous perpendiculaires. On donne le nom de *maillat* à ceux des filons dont le minerai fond aisément et donne du fer doux, et l'on appelle *rive* les filons dont le minerai est bien moins fusible et produit du fer dur. C'est avec le mélange d'un tiers de *maillat* sur deux tiers de *rive* qu'on fait fondre la mine de fer dont on fait ensuite de bon acier connu sous le nom d'*acier de rive.* »

Les mines du Berri, de la Champagne, de la Bourgogne, de la Franche-Comté, du Nivernois, du Languedoc, et de quelques autres provinces de France, sont, pour la plupart, en rouille et en grains, et fournissent la plus grande partie des fers qui se consomment dans le royaume. En général, on peut dire qu'il y a en France des mines de fer de presque toutes les sortes : celles qui sont en masses solides se trouvent non seulement en Dauphiné, mais aussi dans le Roussillon, le comté de Foix, la Bretagne, et la Lorraine; et celles qui sont en grains ou en rouille se présentent en grand nombre dans presque toutes les autres provinces de ce royaume.

L'Espagne a aussi ses mines de fer, dont quelques unes sont en masses concrètes qui se sont formées de la dissolution et du détriment des masses primitives; d'autres qui fournissent beaucoup de vitriol ferrugineux, et qui paroissent être produites par l'intermède

de l'eau chargée d'acide : il y en a d'autres en ocre et en grains dans plusieurs endroits de la Catalogne, de l'Aragon, etc.

En Italie, les mines de fer les plus célèbres sont celles de l'île d'Elbe ; on en a fait récemment de longues descriptions, qui néanmoins sont assez peu exactes. Ces mines sont ouvertes depuis plusieurs siècles, et fournissent du fer à toutes les provinces méridionales de l'Italie.

Dans la Grande-Bretagne, il se trouve beaucoup de mines de fer; la disette de bois fait que depuis longtemps on se sert de charbon de terre pour les fondre : il faut que ce charbon soit épuré lorsqu'on veut s'en servir, surtout à l'affinerie; sans cette préparation, il rendroit le fer très cassant. Les principales mines de fer de l'Écosse sont près de la bourgade de Carron; celles de l'Angleterre se trouvent dans le duché de Cumberland et dans quelques autres provinces.

Dans le pays de Liége, les mines de fer sont presque toutes mêlées d'argile, et dans le comté de Namur, elles sont au contraire mélangées de matière calcaire. La plupart des mines d'Alsace et de Suisse gisent aussi sur des pierres calcaires : toute la partie du mont Jura, qui commence aux confins du territoire de Schaffhouse et qui s'étend jusqu'au comté de Neufchâtel, offre en plusieurs endroits des indices certains de mines de fer.

Toutes les provinces d'Allemagne ont de même leurs mines de fer, soit en roche, en grains, en ocre, en rouille, ou en concrétions : celles de Styrie et de Carinthie, dont nous avons parlé, sont les plus fameuses; mais il y en a aussi de très riches dans le Ty-

rol, la Bohême, la Saxe, le comté de Nassau-Siegen, le pays d'Hanovre, etc.

M. Guettard fait mention des mines de fer de la Pologne, et il en a observé quelques unes : elles sont pour la plupart en rouille, et se tirent presque toutes dans les marais ou dans les lieux bas ; d'autres sont, dit-il, en petits morceaux ferrugineux, et celles qui se trouvent dans les collines sont aussi à peu près de la même nature.

Les pays du nord sont les plus abondants en mines de fer : les voyageurs assurent que la plus grande partie des terres de la Laponie sont ferrugineuses. On a trouvé des mines de fer en Islande et en Groenland.

En Moscovie, dans les Russies, et en Sibérie, les mines de fer sont très communes et font aujourd'hui l'objet d'un commerce important; car on en transporte le fer en grande quantité dans plusieurs provinces de l'Asie et de l'Europe, et même jusque dans nos ports de France.

En Asie, le fer n'est pas aussi commun dans les parties méridionales que dans les contrées septentrionales. Les voyageurs disent qu'il y a très peu de mines de fer au Japon, et que ce métal y est presque aussi cher que le cuivre : cependant à la Chine, le fer est à bien plus bas prix; ce qui prouve que les mines de ce dernier métal y sont en plus grande abondance.

On en trouve dans les contrées de l'Inde, à Siam, à Golconde, et dans l'île de Ceylan. L'on connoît de même les fers de Perse, d'Arabie, et surtout les aciers fameux connus sous le nom de *damas*, que ces peuples savoient travailler avant même que nous eussions, en Europe, trouvé l'art de faire de bon acier.

En Afrique, les fers de Barbarie et ceux de Madagascar sont cités par les voyageurs; il se trouve aussi des mines de fer dans plusieurs autres contrées de cette partie du monde, à Bambouc, à Congo, et jusque chez les Hottentots. Mais tous ces peuples, à l'exception des Barbaresques, ne savent travailler le fer que très grossièrement; et il n'y a ni forges ni fourneaux considérables dans toute l'étendue de l'Afrique : du moins les relateurs ne font mention que des fourneaux nouvellement établis par le roi de Maroc, pour fondre des canons de cuivre et de fonte de fer.

Il y a peut-être autant de mines de fer dans le vaste continent de l'Amérique que dans les autres parties du monde; et il paroît qu'elles sont aussi plus abondantes dans les contrées du nord que dans celles du midi : nous avons même formé, dès le siècle précédent, des établissements considérables de fourneaux et de forges dans le Canada, où l'on fabriquoit de très bon fer. Il se trouve de même des mines de fer en Virginie, où les Anglois ont établi depuis peu des forges; et comme ces mines sont très abondantes et se tirent aisément, et presque à la surface de la terre, dans toutes ces provinces qui sont actuellement sous leur domination, et que d'ailleurs le bois y est très commun, ils peuvent fabriquer le fer à peu de frais; et ils ne désespèrent pas, dit-on, de fournir ce fer de l'Amérique au Portugal, à la Turquie, à l'Afrique, aux Indes orientales, et à tous les pays où s'étend leur commerce. Suivant les voyageurs, on a aussi trouvé des mines de fer dans les climats plus méridionaux de ce nouveau continent, comme à Saint-Domingue, au Mexique, au Pérou, au Chili, à la Guiane, et au Bré-

sil; et cependant les Mexicains et les Péruviens, qui étoient les peuples les plus policés de ce continent, ne faisoient aucun usage du fer, quoiqu'ils eussent trouvé l'art de fondre les autres métaux; ce qui ne doit pas étonner, puisque, dans l'ancien continent, il existoit des peuples bien plus anciennement civilisés que ne pouvoient l'être les Américains, et que néanmoins il n'y a pas trois mille cinq cents ans que les Grecs ont, les premiers, trouvé les moyens de fondre la mine de fer, et de fabriquer ce métal dans l'île de Crète.

La matière du fer ne manque donc en aucun lieu du monde : mais l'art de la travailler est si difficile, qu'il n'est pas encore universellement répandu, parce qu'il ne peut être avantageusement pratiqué que chez les nations les plus policées, et où le gouvernement concourt à favoriser l'industrie; car quoiqu'il soit physiquement très possible de faire partout du fer de la meilleure qualité, comme je m'en suis assuré par ma propre expérience, il y a tant d'obstacles physiques et moraux qui s'opposent à cette perfection de l'art, que dans l'état présent des choses on ne peut guère l'espérer.

Pour en donner un exemple, supposons un homme qui, dans sa propre terre, ait des mines de fer et des charbons de terre, ou des bois en plus grande quantité que les habitants de son pays ne peuvent en consommer : il lui viendra tout naturellement dans l'esprit l'idée d'établir des forges pour consumer ces combustibles, et tirer avantage de ses mines. Cet établissement, qui exige toujours une grosse mise de fonds, et qui demande autant d'économie dans la dé-

pense que d'intelligence dans les constructions, pourroit rapporter à ce propriétaire environ dix pour cent, si la manutention en étoit administrée par lui-même. La peine et les soins qu'exige la conduite d'une telle entreprise, à laquelle il faut se livrer tout entier et pour long-temps, le forceront bientôt à donner à ferme ses mines, ses bois, et ses forges; ce qu'il ne pourra faire qu'en cédant moitié du produit : l'intérêt de sa mise se réduira dès lors à cinq au lieu de dix pour cent. Mais le très pesant impôt dont la fonte de fer est grevée au sortir du fourneau diminue si considérablement le bénéfice, que souvent le propriétaire de la forge ne tire pas trois pour cent de sa mise; à moins que des circonstances particulières et très rares ne lui permettent de fabriquer ses fers à bon marché et de les vendre cher[1]. Un autre obstacle moral tout aussi opposé, quoique indirectement, à la bonne fabrication de nos fers, c'est le peu de préférence qu'on donne aux bonnes manufactures, et le peu d'atten-

1. J'ai établi dans ma terre de Buffon un haut fourneau avec deux forges; l'une a deux feux et deux marteaux, et l'autre a un feu et un marteau : j'y ai joint une fenderie, une double batterie, deux martinets, deux brocards, etc. Toutes ces constructions faites sur mon propre terrain, et à mes frais, m'ont coûté plus de trois cent mille livres; j'ai ensuite conduit pendant douze ans toute la manutention de ces usines : je n'ai jamais pu tirer les intérêts de ma mise au denier vingt; et, après douze ans d'expériences, j'ai donné à ferme toutes ces usines pour six mille cinq cents livres : ainsi je n'ai pas deux et demi pour cent de mes fonds, tandis que l'impôt en produit à très peu près autant et sans mise de fonds à la caisse du domaine. Je ne cite ces faits que pour mettre en garde contre des spéculations illusoires les gens qui pensent à faire de semblables établissements, et pour faire voir en même temps que le gouvernement, qui en tire le profit le plus net, leur doit protection.

tion pour cette branche de commerce qui pourroit devenir l'une des plus importantes du royaume, et qui languit par la liberté de l'entrée des fers étrangers. Le mauvais fer se fait à bien meilleur compte que le bon, et cette différence est au moins du cinquième de son prix : nous ne ferons donc jamais que du fer d'une qualité médiocre, tant que le bon et le mauvais fer seront également grevés d'impôts et que les étrangers nous appporteront, sans un impôt proportionnel, la quantité de bons fers dont on ne peut se passer pour certains ouvrages.

D'ailleurs les architectes et autres gens chargés de régler les mémoires des ouvriers qui emploient le fer dans les bâtiments et dans la construction des vaisseaux ne font pas assez d'attention à la différente qualité des fers; ils ont un tarif général et commun sur lequel ils règlent indistinctement le prix du fer, en sorte que les ouvriers qui l'emploient pour leur compte dédaignent le bon, et ne prennent que le plus mauvais et le moins cher : à Paris, surtout, cette inattention fait que dans les bâtiments on n'emploie que de mauvais fers; ce qui en cause ou précipite la ruine. On sentira toute l'étendue de ce préjudice, si l'on veut se rappeler ce que j'ai prouvé par des expériences[1]; c'est qu'une barre de bon fer a non seulement plus de durée pour un long avenir, mais encore quatre ou cinq fois plus de force et de résistance actuelle qu'une pareille barre de mauvais fer.

Je pourrois m'étendre bien davantage sur les obsta-

1. Voyez, partie expérimentale, *Mémoire sur la ténacité du fer*, tome III, page 385.

cles qui, par des réglements mal entendus, s'opposent à la perfection de l'art des forges en France : mais, dans l'histoire naturelle du fer, nous devons nous borner à le considérer dans ses rapports physiques, en exposant non seulement les différentes formes sous lesquelles il nous est présenté par la nature, mais encore toutes les différentes manières de traiter les mines et les fontes de fer pour en obtenir du bon métal. Ce point de vue physique, aujourd'hui contrarié par les obstacles moraux dont nous venons de parler, est néanmoins la base réelle sur laquelle on doit se fonder pour la conduite des travaux de cet art, ou pour changer ou modifier les réglements qui s'opposent à nos succès en ce genre.

Nous n'avons en France que peu de ces roches primordiales de fer, si communes dans les provinces du nord, et dans lesquelles l'élément du fer est toujours mêlé et intimement uni avec une matière vitreuse. La plupart de nos mines sont en petits grains ou en rouille, et elles se trouvent ordinairement à la profondeur de quelques pieds : elles sont souvent dilatées sur un assez grand espace de terrain, où elles ont été déposées par les anciennes alluvions des eaux avant qu'elles eussent abandonné la surface de nos continents. Si ces mines ne sont mêlées que de sables calcaires, un seul lavage ou deux suffiront pour les en séparer et les rendre propres à être mises au fourneau : la portion de sable calcaire que l'eau n'aura pas emportée servira de castine ; il n'en faudra point ajouter, et la fusion de la mine sera facile et prompte : on observera seulement que quand la mine reste trop chargée de ce sable calcaire, et qu'on n'a pu l'en séparer assez

en la lavant ou la criblant, il faut alors y ajouter au fourneau une petite quantité de terre limoneuse, qui, se convertissant en verre, fait fondre en même temps cette matière calcaire superflue, et ne laisse à la mine que la quantité nécessaire à sa fusion; ce qui fait la bonne qualité de la fonte.

Si ces mines en grains se trouvent au contraire mêlées d'argile fortement attachée à leurs grains, et qu'on a peine d'en séparer par le lavage, il faut le réitérer plusieurs fois, et donner à cette mine au fourneau une assez grande quantité de castine : cette matière calcaire facilitera la fusion de la mine en s'emparant de l'argile qui enveloppe le grain, et qui se fondra par ce mélange. Il en sera de même si la mine se trouve mêlée de petits cailloux; la matière calcaire accélérera leur fusion : seulement on doit laver, cribler, et vanner ces mines, afin d'en séparer, autant qu'il est possible, les petits cailloux qui souvent y sont en trop grande quantité.

J'ai suivi l'extraction et le traitement de ces trois sortes de mines : les deux premières étoient *en nappes*, c'est-à-dire dilatées dans une assez grande étendue de terrain; la dernière, mêlée de petits cailloux, étoit au contraire *en nids* ou en sacs, dans les fentes perpendiculaires des bancs de pierre calcaire. Sur une vingtaine de ces mines *ensachées* dans les rochers calcaires, j'ai constamment observé qu'elles n'étoient mêlées que de petits cailloux quartzeux, de calcédoines, et de sables vitreux, mais point du tout de graviers ou de sables calcaires, quoique ces mines fussent environnées de tous côtés de bancs solides de pierres calcaires dont elles remplissoient les inter-

valles ou fentes perpendiculaires à d'assez grandes profondeurs, comme de cent, cent cinquante, et jusqu'à deux cents pieds : ces fentes, toujours plus larges vers la superficie du terrain, vont toutes en se rétrécissant à mesure qu'on descend, et se terminent par la réunion des rochers calcaires dont les bancs deviennent continus au dessous. Ainsi, quand ce sac de mine étoit vidé, on pouvoit examiner du haut en bas et de tous côtés les parois de la fente qui la contenoit; elles étoient de pierre purement calcaire, sans aucun mélange de mine de fer ni de petits cailloux : les bancs étoient horizontaux, et l'on voyoit évidemment que la fente perpendiculaire n'étoit qu'une disruption de ces bancs, produite par la retraite et le desséchement de la matière molle dont ils étoient d'abord composés; car la suite de chaque banc se trouvoit à la même hauteur de l'autre côté de la fente, et tous étoient de même parfaitement correspondants du haut jusqu'en bas de la fente.

J'ai de plus observé que toutes les parois de ces fentes étoient lisses et comme usées par le frottement des eaux, en sorte qu'on ne peut guère douter qu'après l'établissement de la matière des bancs calcaires par lits horizontaux les fentes perpendiculaires ne se soient d'abord formées par la retraite de cette matière sur elle-même en se durcissant; après quoi ces mêmes fentes sont demeurées vides, et leur intérieur, d'abord battu par les eaux, n'a reçu que dans des temps postérieurs les mines de fer qui les remplissent.

Ces transports paroissent être les derniers ouvrages de la mer sur nos continents : elle a commencé par étendre les argiles et les sables vitreux sur la roche

du globe et sur toutes les matières solides et vitrifiées par le feu primitif; les schistes se sont formés par le desséchement des argiles, et les grès par la réunion des sablons quartzeux; ensuite les poudres calcaires, produites par les débris des premiers coquillages, ont formé les bancs de pierre, qui sont presque toujours posés au dessus des schistes et des argiles, et en même temps les détriments des végétaux descendus des parties les plus élevées du globe ont formé les veines de charbons et de bitumes; enfin les derniers mouvements de la mer, peu de temps avant d'abandonner la surface de nos collines, ont amené dans les fentes perpendiculaires des bancs calcaires ces mines de fer en grains qu'elle a lavés et séparés de la terre végétale, où ils s'étoient formés, comme nous l'avons expliqué[1].

Nous observerons encore que ces mines, qui se trouvent *ensachées*, dans les rochers calcaires sont communément en grains plus gros que celles qui sont dilatées par couches sur une grande étendue de terrain[2]: elles n'ont plus aucune suite, aucune autre correspondance entre elles que la direction de ces mêmes fentes, qui, dans les masses calcaires, ne suivent pas la direction générale de la colline, du moins aussi régulièrement que dans les montagnes vitreuses; en sorte que quand on a épuisé un de ces sacs de mine, l'on n'a souvent nul indice pour en trouver un autre. La

1. Voyez, dans le volume précédent, l'article qui a pour titre *de la Terre végétale*.

2. Ce n'est qu'en quelques endroits que l'on trouve de ces mines dilatées en gros grains sur une grande étendue de terrain. M. de Grignon en a reconnu quelques unes de telles en Franche-Comté.

boussole ne peut servir ici ; car ces mines en grains ne font aucun effet sur l'aiguille aimantée, et la direction de la fente n'est qu'un guide incertain : car, dans la même colline, on trouve des fentes dont la plus grande dimension horizontale s'étend dans des directions très différentes et quelquefois opposées; ce qui rend la recherche de ces mines très équivoque et leur produit si peu assuré, si contingent, qu'il seroit fort imprudent d'établir un fourneau dans un lieu où l'on n'auroit que de ces mines en sacs, parce que ces sacs étant une fois épuisés, on ne seroit nullement assuré d'en trouver d'autres : les plus considérables de ceux dont j'ai fait l'extraction ne contenoient que deux ou trois mille muids de mine, quantité qui suffit à peine à la consommation du fourneau pendant huit ou dix mois. Plusieurs de ces sacs ne contenoient que quatre ou cinq cents muids, et l'on est toujours dans la crainte de n'en pas trouver d'autres après les avoir épuisés; il faut donc s'assurer s'il n'y a pas à proximité, c'est-à-dire à deux ou trois lieues de distance du lieu où l'on veut établir un fourneau, d'autres mines en couches assez étendues pour pouvoir être moralement sûr qu'une extraction continuée pendant un siècle ne les épuisera pas : sans cette prévoyance, la matière métallique venant à manquer, tout le travail cesseroit au bout d'un temps, la forge périroit faute d'aliment, et l'on seroit obligé de détruire tout ce que l'on auroit édifié.

Au reste, quoique le fer se reproduise en grains sous nos yeux dans la terre végétale, c'est en trop petite quantité pour que nous puissions en faire usage; car toutes les minières dont nous faisons l'extraction

ont été amenées, lavées, et déposées par les eaux de la mer lorsqu'elle couvroit encore nos continents. Quelque grande que soit la consommation qu'on a faite et qu'on fait tous les jours de ces mines, il paroît néanmoins que ces anciens dépôts ne sont pas, à beaucoup près, épuisés, et que nous en avons en France pour un grand nombre de siècles, quand même la consommation doubleroit par les encouragements qu'on devroit donner à nos fabrications de fer : ce sera plutôt la matière combustible qui manquera, si l'on ne donne pas un peu plus d'attention à l'épargne des bois, en favorisant l'exploitation des mines de charbon de terre.

Presque toutes nos forges et fourneaux ne sont entretenus que par du charbon de bois[1]; et comme il faut dix-huit à vingt ans d'âge au bois pour être converti en bon charbon, on doit compter qu'avec deux cent cinquante arpents de bois bien économisés l'on peut faire annuellement six cents ou six cent cinquante milliers de fer : il faut donc, pour l'entretien d'un pareil établissement, qu'il y ait au moins dix-

1. Les charbons de chêne, charme, hêtre, et autres bois durs, sont meilleurs pour le fourneau de fusion; et ceux de tremble, bouleau, et autres bois mous, sont préférables pour l'affinerie; mais il faut laisser reposer pendant quelques mois les charbons de bois durs. Le charbon de chêne employé à l'affinerie rend le fer cassant; mais au fourneau de fusion, c'est de tous les charbons celui qui porte le plus de mine : ensuite c'est le charbon de hêtre, celui de sapin, et celui de châtaignier, qui de tous en porte le moins, et doit être réservé, avec les bois blancs, pour l'affinerie. On doit tenir sèchement et à couvert tous les charbons; ceux de bois blancs surtout s'altèrent à l'air et à la pluie dans très peu de temps; le charbon des jeunes chênes, depuis dix-huit jusqu'à trente ans d'âge, est celui qui brûle avec le plus d'ardeur.

huit fois deux cent cinquante ou quatre mille cinq cents arpents à portée, c'est-à-dire à deux ou trois lieues de distance, indépendamment d'une quantité égale ou plus grande pour la consommation du pays. Dans toute autre position, l'on ne pourra faire que trois ou quatre cents milliers de fer par la rareté des bois; et toute forge qui ne produiroit pas trois cents milliers de fer par an ne vaudroit pas la peine d'être établie ni maintenue : or c'est le cas d'un grand nombre de ces établissements faits dans le temps où le bois étoit plus commun, où on ne le tiroit pas par le flottage des provinces éloignées de Paris, où enfin la population étant moins grande, la consommation du bois, comme de toutes les autres denrées, étoit moindre; mais maintenant que toutes ces causes et notre plus grand luxe ont concouru à la disette du bois, on sera forcé de s'attacher à la recherche de ces anciennes forêts enfouies dans le sein de la terre, et qui, sous une forme de matière minérale, ont retenu tous les principes de la combustibilité des végétaux, et peuvent les suppléer non seulement pour l'entretien des feux et des fourneaux nécessaires aux arts, mais encore pour l'usage des cheminées et des poêles de nos maisons, pourvu qu'on donne à ce charbon minéral les préparations convenables.

Les mines en rouille ou en ocre, celles en grains, et les mines spathiques ou en concrétions, sont les seules qu'on puisse encore traiter avantageusement dans la plupart de nos provinces de France, où le bois n'est pas fort abondant; car quand même on y découvriroit des mines de fer primitif, c'est-à-dire de ces roches primordiales, telles que celles des contrées du

nord, dans lesquelles la substance ferrugineuse est intimement mêlée avec la matière vitreuse, cette découverte nous seroit peu utile, attendu que le traitement de ces mines exige près du double de consommation de matière combustible, puisqu'on est obligé de les faire griller au feu pendant quinze jours ou trois semaines, avant de pouvoir les concasser et les jeter au fourneau; d'ailleurs ces mines en roche, qui sont en masses très dures, et qu'il faut souvent tirer d'une grande profondeur, ne peuvent être exploitées qu'avec de la poudre et de grands feux, qui les ramollissent ou les font éclater : nous aurions donc un grand avantage sur nos concurrents étrangers, si nous avions autant de matières combustibles; car avec la même quantité nous ferions le double de ce qu'ils peuvent faire, puisque l'opération du grillage consomme presque autant de combustible que celle de la fusion; et, comme je l'ai souvent dit, il ne tient qu'à nous d'avoir d'aussi bon fer que celui de Suède, dès qu'on ne sera pas forcé, comme on l'est aujourd'hui, de trop épargner le bois, ou que nous pourrons y suppléer par l'usage du charbon de terre épuré.

La bonne qualité du fer provient principalement du traitement de la mine avant et après sa mise au fourneau. Si l'on obtient une très bonne fonte, on sera déjà bien avancé pour faire d'excellent fer. Je vais indiquer, le plus sommairement qu'il me sera possible, les moyens d'y parvenir, et par lesquels j'y suis parvenu moi-même, quoique je n'eusse sous ma main que des mines d'une très médiocre qualité.

Il faut s'attacher, dans l'extraction des mines en grains, aux endroits où elles sont les plus pures; si

elles ne sont mêlées que d'un quart ou d'un tiers de matière étrangère, on doit encore les regarder comme bonnes : mais si ce mélange hétérogène est de deux tiers ou de trois quarts, il ne sera guère possible de les traiter avantageusement, et l'on fera mieux de les négliger et de chercher ailleurs; car il arrive toujours que, dans la même minière, dilatée sur une étendue de quelques lieues de terrain, il se trouve des endroits où la mine est beaucoup plus pure que dans d'autres, et, de plus, la portion inférieure de la minière est communément la meilleure : au contraire, dans les minières qui sont en sacs perpendiculaires, la partie supérieure est toujours la plus pure, et on trouve la mine plus mélangée à mesure que l'on descend. Il faut donc choisir, et dans les unes et dans les autres, ce qu'elles auront de mieux, et abandonner le reste si l'on peut s'en passer.

Cette mine, extraite avec choix, sera conduite au lavoir pour en séparer toutes les matières terreuses que l'eau peut délayer, et qui entraînera aussi la plus grande partie des sables plus menus ou plus légers que les grains de la mine; seulement il faut être attentif à ne pas continuer le lavage dès qu'on s'aperçoit qu'il passe beaucoup de mine avec le sable [1], ou bien

1. Ce seroit entrer dans un trop grand détail que de donner ici les proportions et les formes des différents lavoirs qu'on a imaginés pour nettoyer les mines de fer en grains, et les purger des matières étrangères qui quelquefois sont tellement unies aux grains, qu'on a grande peine à les en détacher. Le lavoir foncé de fer et percé de petits trous, inventé par M. Robert, sera très utile pour les mines ainsi mêlées de terre grasse et attachante; mais pour toutes les autres mines qui ne sont mélangées que de sable calcaire ou de petits cailloux vitreux, les lavoirs les plus simples suffisent, et même doivent être préférés.

il faut recevoir ce sable mêlé de mine dans un dépôt d'où l'on puisse ensuite le tirer pour le cribler ou le vanner, afin de rendre la mine assez nette pour pouvoir la mêler avec l'autre. On doit de même cribler toute mine lavée qui reste encore chargée d'une trop grande quantité de sable ou de petits cailloux. En général, plus on épurera la mine par les lotions ou par le crible, et moins on consommera de combustibles pour la fondre, et l'on sera plus que dédommagé de la dépense qu'on aura faite pour cette préparation de la mine par son produit au fourneau [1].

La mine épurée à ce point peut être confiée au fourneau avec certitude d'un bon produit en quantité et en qualité ; une livre et demie de charbon de bois suffira pour produire une livre de fonte, tandis qu'il faut une livre trois quarts et quelquefois jusqu'à deux livres de charbon lorsque la mine est restée trop impure : si elle n'est mêlée que de petits cailloux ou de sables vitreux, on fera bien d'y ajouter une certaine quantité de matière calcaire, comme d'un sixième ou d'un huitième par chaque charge, pour en faciliter la fusion ; si au contraire elle est trop mêlée de matière calcaire, on ajoutera une petite quantité, comme d'un quinzième ou d'un vingtième, de

1. Les cribles cylindriques, longs de quatre à cinq pieds sur dix-huit ou vingt pouces de diamètre, montés en fil de fer sur un axe à rayons, sont les plus expéditifs et les meilleurs; j'en ai fait construire plusieurs, et je m'en suis servi avec avantage : un enfant de dix ans suffit pour tourner ce crible, dans lequel le minerai coule par une trémie; le sablon le plus fin tombe au dessous de la tête du crible, les grains de mine tombent dans le milieu, et les plus gros sables et petits cailloux vont au delà par l'effet de la force centrifuge : c'est de tous les moyens le plus sûr pour rendre la mine aussi nette qu'il est possible.

terre limoneuse, ce qui suffira pour en accélérer la fusion.

Il y a beaucoup de forges où l'on est dans l'usage de mêler les mines de différentes qualités avant de les jeter au fourneau : cependant on doit observer que cette pratique ne peut être utile que dans des cas particuliers : il ne faut jamais mélanger une mine très fusible avec une mine réfractaire, non plus qu'une mine en gros morceaux avec une mine en très petits grains, parce que, l'une se fondant en moins de temps que l'autre, il arrive qu'au moment de la coulée la mine réfractaire ou celle qui est en gros morceaux n'est qu'à demi fondue; ce qui donne une mauvaise fonte dont les parties sont mal liées : il vaut donc mieux fondre seules les mines, de quelque nature qu'elles soient, que de les mêler avec d'autres qui seroient de qualités très différentes. Mais comme les mines en grains sont à peu près de la même nature, la plus ou moins grande fusibilité de ces mines ne vient pas de la différente qualité des grains, et ne provient que de la nature des terres et des sables qui y sont mêlés. Si ce sable est calcaire, la fonte sera facile; s'il est vitreux ou argileux, elle sera plus difficile : on doit corriger l'un par l'autre lorsque l'on veut mélanger ces mines au fourneau; quelques essais suffisent pour reconnoître la quantité qu'il faut ajouter de l'une pour rendre l'autre plus fusible. En général, le mélange de la matière calcaire à la matière vitreuse les rend bien plus fusibles qu'elles ne le seroient séparément.

Dans les mines en roche ou en masse, ces essais sont plus faciles; il ne s'agit que de trouver celles qui

peuvent servir de fondant aux autres. Il faut briser cette mine massive en morceaux d'autant plus petits qu'elle est plus réfractaire. Au reste, les mines de fer qui contiennent du cuivre doivent être rejetées, car elles ne donneroient que du fer très cassant.

La conduite du fourneau demande tout autant et peut-être encore plus d'attention que la préparation de la mine. Après avoir laissé le fourneau s'échauffer lentement pendant trois ou quatre jours, en imposant successivement sur le charbon une petite quantité de mine (environ cent livres pesant), on met en jeu les soufflets en ne leur donnant d'abord qu'un mouvement assez lent (de quatre ou cinq coulées par minute) : on commence alors à augmenter la quantité de la mine, et l'on en met, pendant les deux premiers jours, deux ou trois mesures (d'environ soixante livres chacune) sur six mesures de charbon (d'environ quarante livres pesant), à chaque charge que l'on impose au fourneau ; ce qui ne se fait que quand les charbons enflammés dont il est plein ont baissé d'environ trois pieds et demi. Cette quantité de charbon qu'on impose à chaque charge étant toujours la même, on augmentera graduellement celle de la mine d'une demi-mesure le troisième jour, et d'autant chaque jour suivant, en sorte qu'au bout de huit ou neuf jours on imposera la charge complète de six mesures de mine sur six mesures de charbon : mais il vaut mieux, dans le commencement, se tenir au dessous de cette proportion que de se mettre au dessus.

On doit avoir l'attention d'accélérer la vitesse des soufflets en même proportion à peu près qu'on augmente la quantité de mine, et l'on pourra porter cette

vitesse jusqu'à dix coups par minute, en leur supposant trente pouces de coulée, et jusqu'à douze coups si la coulée n'est que de vingt-quatre ou vingt-cinq pouces. Le régime du feu dépend de la conduite du vent, et de tous deux dépendent la célérité du travail et la fusion plus ou moins parfaite de la mine : aussi dans un fourneau bien construit tout doit-il être en juste proportion ; la grandeur des soufflets, la largeur de l'orifice de leurs *buses*, doivent être réglées sur la capacité du fourneau : une trop petite quantité d'air feroit languir le feu, une trop grande le rendroit trop vif et dévorant ; la fusion de la mine ne se feroit, dans le premier cas, que très lentement et imparfaitement, et, dans le second, la mine n'auroit pas le temps de se liquéfier; elle brûleroit en partie, au lieu de se fondre en entier.

On jugera du résultat de tous ces effets combinés par la qualité de la *matte* ou fonte de fer que l'on obtiendra. On peut couler toutes les neuf à dix heures ; mais on fera mieux de mettre deux ou trois heures de plus entre chaque coulée : la mine en fusion tombe comme une pluie de feu dans le creuset, où elle se tient en bain, et se purifie d'autant plus qu'elle y séjourne plus de temps ; les scories vitrifiées des matières étrangères dont elle étoit mêlée surnagent le métal fondu, et le défendent en même temps de la trop vive action du feu, qui ne manqueroit pas d'en calciner la surface. Mais comme la quantité de ces scories est toujours très considérable, et que leur volume boursouflé s'éleveroit à trop de hauteur dans le creuset, on a soin de laisser couler et même de tirer cette matière superflue, qui n'est que du verre impur au-

quel on a donné le nom de *laitier*, et qui ne contient aucune partie de métal lorsque la fusion de la mine se fait bien : on peut en juger par la nature même de ce laitier ; car s'il est fort rouge, s'il coule difficilement, s'il est *poisseux* ou mêlé de mine mal fondue, il indiquera le mauvais travail du fourneau : il faut que ce laitier soit coulant et d'un rouge léger en sortant du fourneau ; ce rouge que le feu lui donne s'évanouit au moment qu'il se refroidit, et il prend différentes couleurs suivant les matières étrangères qui dominoient dans le mélange de la mine.

On pourra donc toutes les douze heures obtenir une gueuse ou lingot d'environ deux milliers ; et si la fonte est bien liquide et d'une belle couleur de feu, sans être trop étincelante, on peut bien augurer de sa qualité : mais on en jugera mieux en l'examinant après l'avoir couverte de poussière de charbon, et l'avoir laissée refroidir au moule pendant six ou sept heures ; si le lingot est très sonore, s'il se casse aisément sous la masse, si la matière en est blanche et composée de lames brillantes et de gros grains à facettes, on prononcera sans hésiter que cette fonte est de mauvaise ou du moins de très médiocre qualité, et que, pour la convertir en bon fer, le travail ordinaire de l'affinerie ne seroit pas suffisant. Il faudra donc tâcher de corriger d'avance cette mauvaise qualité de la fonte par le traitement au fourneau : pour cela, on diminuera d'un huitième ou même d'un sixième la quantité de mine que l'on impose à chaque charge sur la même quantité de charbon, ce qui seul suffira pour changer la qualité de la fonte ; car alors on obtiendra des lingots moins sonores, dont la matière,

au lieu d'être blanche et à gros grains, sera grise et à petits grains serrés ; et si l'on compare la pesanteur spécifique de ces deux fontes, celle-ci pèsera plus de cinq cents livres le pied cube, tandis que la première n'en pèsera guère que quatre cent soixante-dix ou quatre cent soixante-quinze ; et cette fonte grise à grains serrés donnera de bon fer au travail ordinaire de l'affinerie, où elle demandera seulement un peu plus de temps et de feu pour se liquéfier.

Il en coûte donc plus au fourneau et plus à l'affinerie pour obtenir de bon fer que pour en faire de mauvais, et j'estime qu'avec la même mine la différence peut aller à un quart en sus. Si la fabrication du mauvais fer coûte cent francs par millier, celle du bon fer coûtera cent vingt-cinq livres ; et malheureusement dans le commerce on ne paie guère que 10 livres de plus le bon fer, et souvent même on le néglige pour n'acheter que le mauvais. Cette différence seroit encore plus grande si l'on ne regagnoit pas quelque chose dans la conversion de la bonne fonte en fer ; il n'en faut qu'environ quatorze cents pesant, tandis qu'il faut au moins quinze et souvent seize cents d'une mauvaise fonte pour faire un millier de fer. Tout le monde pourroit donc faire de bonne fonte et fabriquer de bon fer : mais l'impôt dont il est grevé force la plupart de nos maîtres de forges à négliger leur art, et à ne rechercher que ce qui peut diminuer la dépense et augmenter la quantité ; ce qui ne peut se faire qu'en altérant la qualité. Quelques uns d'entre eux, pour épargner la mine, s'étoient avisés de faire broyer les crasses ou scories qui sortent du foyer de l'affinerie, et qui contiennent une certaine quantité

de fer intimement mêlé avec des matières vitrifiées; par cette addition, ils trouvèrent d'abord un bénéfice considérable en apparence : le fourneau rendoit beaucoup plus de fonte; mais elle étoit si mauvaise, qu'elle perdoit à l'affinerie ce qu'elle avoit gagné au fourneau, et qu'après cette perte, qui compensoit le bénéfice, ou plutôt le réduisoit à rien, il y avoit encore tout à perdre sur la qualité du fer, qui participoit de tous les vices de cette mauvaise fonte ; ce fer étoit si cendreux, si cassant, qu'il ne pouvoit être admis dans le commerce.

Au reste, le produit en fer que peut donner la fonte dépend aussi beaucoup de la manière de la traiter au feu de l'affinerie. « J'ai vu, dit M. de Grignon, dans des forges du bas Limousin, faire avec la même fonte deux sortes de fer : le premier, doux, d'excellente qualité et fort supérieur à celui du Berri; on y emploie quatorze cents livres de fonte : le second est une combinaison de fer et d'acier pour les outils *aratoires*, et l'on n'emploie que douze cents livres de fonte pour obtenir un millier de fer; mais on consomme un sixième de plus de charbon que pour le premier. Cette différence ne provient que de la manière de poser la tuyère, et de préserver le fer du contact immédiat du vent. » Je pense qu'en effet, si l'on pouvoit, en affinant la fonte, la tenir toujours hors de la ligne du vent, et environnée de manière qu'elle ne fût point exposée à l'action de l'air, il s'en brûleroit beaucoup moins, et qu'avec douze cents ou tout au plus treize cents livres de fonte on obtiendroit un millier de fer.

La mine la plus pure, celle même dont on a tiré les grains un à un, est souvent intimement mêlée de

particules d'autres métaux ou demi-métaux, et particulièrement de cuivre et de zinc. Ce premier métal, qui est fixe, reste dans la fonte, et le zinc, qui est volatil, se sublime ou se brûle.

La fonte blanche, sonore, et cassante, que je réprouve pour la fabrique du bon fer, n'est guère plus propre à être moulée; elle se boursoufle au lieu de se condenser par la retraite, et se casse au moindre choc : mais la fonte blanchâtre et qui commence à tirer au gris, quoique très dure et encore assez aigre, est très propre à faire des colliers d'arbres de roues, des enclumes, et d'autres grosses masses qui doivent résister au frottement ou à la percussion. On en fait aussi des boulets et des bombes : elle se moule aisément et ne prend que peu de retraite dans le moule. On peut d'ailleurs se procurer à moindres frais cette espèce de fonte au moyen de simples fourneaux à réverbère [1], sans soufflets, et dans lesquels on emploie le charbon de terre plus ou moins épuré. Comme ce combustible

1. C'est la pratique commune en plusieurs provinces de la Grande-Bretagne, où l'on fond et coule de cette manière les plus belles fontes moulées, et des masses de plusieurs milliers en gros cylindres et autres formes. Nous pourrions de même faire usage de ces fourneaux dans les lieux où le charbon de terre est à portée. M. le marquis de Luchet m'a écrit qu'il avoit fait essai de cette méthode dans les provinces du comté de Nassau. « J'ai mis, dit-il, dans un fourneau construit selon la méthode angloise cinq quintaux de mine de fer, et au bout de huit heures la mine étoit fondue. » Je suis convaincu de la vérité de ce fait, que M. de Luchet opposoit à un fait également vrai, et que j'ai rapporté, c'est que la mine de fer ne se fond point dans nos fourneaux de réverbère, même les plus puissants, tels que ceux de nos verreries et glaceries; la différence vient de ce qu'on la chauffe avec du bois, dont la chaleur n'est pas, à beaucoup près, aussi forte que celle du charbon de terre.

donne une chaleur beaucoup plus forte que celle du charbon de bois, la mine se fond et coule dans ces fourneaux aussi promptement et en plus grande quantité que dans nos hauts fourneaux, et on a l'avantage de pouvoir placer ces fourneaux partout, au lieu qu'on ne peut établir que sur des courants d'eau nos grands fourneaux à soufflets : mais cette fonte faite au charbon de terre dans ces fourneaux de réverbère ne donne pas de bon fer, et les Anglois, tout industrieux qu'ils sont, n'ont pu jusqu'ici parvenir à fabriquer des fers de qualité même médiocre avec ces fontes, qui vraisemblablement ne s'épurent pas assez dans ces fourneaux; et cependant j'ai vu et éprouvé moi-même qu'il étoit possible, quoique assez difficile, de faire de bon fer avec de la fonte fondue au charbon de terre dans nos hauts fourneaux à soufflets, parce qu'elle s'y épure davantage que dans ceux de réverbère.

Cette fonte faite dans des fourneaux de réverbère peut utilement être employée aux ouvrages moulés : mais comme elle n'est pas assez épurée, on ne doit pas s'en servir pour les canons d'artillerie; il faut, au contraire, la fonte la plus pure, et j'ai dit ailleurs [1] qu'avec des précautions et une bonne conduite au fourneau on pouvoit épurer la fonte au point que les pièces de canon, au lieu de crever en éclats meurtriers, ne feroient que se fendre par l'effet d'une trop forte charge, et dès lors résisteroient sans peine et sans altération à la force de la poudre aux charges ordinaires.

Cet objet, étant de grande importance, mérite une

1. Voyez le dixième Mémoire, tome IV, pages 209 et suivantes.

attention particulière. Il faut d'abord bannir le préjugé où l'on étoit, qu'il n'est pas possible de tenir la fonte de fer en fusion pendant plus de quinze ou vingt heures, qu'en la gardant plus long-temps elle se brûle, qu'elle peut aussi faire explosion, qu'on ne peut donner au creuset du fourneau une assez grande capacité pour contenir dix ou douze milliers de fonte, que ces trop grandes dimensions du creuset et de la cuve du fourneau en altèreroient ou même en empêcheroient le travail, etc.; toutes ces idées, quoique très peu fondées, et pour la plupart fausses, ont été adoptées: on a cru qu'il falloit deux et même trois hauts fourneaux pour pouvoir couler une pièce de trente-six et même de vingt-quatre, afin de partager en deux ou même en trois creusets la quantité de fonte nécessaire, et de ne la tenir en fusion que dix-huit ou vingt heures. Mais, indépendamment des mauvais effets de cette méthode dispendieuse et mal conçue, je puis assurer que j'ai tenu pendant quarante-huit heures sept milliers de fonte en fusion dans mon fourneau, sans qu'il soit arrivé le moindre inconvénient, sans qu'elle ait bouillonné plus qu'à l'ordinaire, sans qu'elle se soit brûlée, etc.[1], et que j'ai vu clairement que si

1. Ayant fait part de mes observations à M. le vicomte de Morogues, et lui ayant demandé le résultat des expériences faites à la fonderie de Ruelle en Angoumois, voici l'extrait des réponses qu'il eut la bonté de me faire.

« On a fondu à Ruelle des canons de vingt-quatre à un seul fourneau; le creuset devoit contenir sept mille cinq cents ou huit mille de matière : la fusion de la fonte ne peut pas être égale dans deux fourneaux différents, et c'est ce qui doit déterminer à ne couler qu'à un seul fourneau.

» On emploie environ quarante-huit heures pour la fusion de sept

la capacité du creuset, qui s'étoit fort augmentée par un feu de six mois, eût été plus grande, j'aurois pu y

mille cinq cents ou huit mille de matière pour un canon de vingt-quatre; et l'on emploie vingt-trois à vingt-quatre heures pour la fusion de trois mille cinq cents pour un canon de huit : ainsi la fonte du gros canon ayant été le double du temps dans le creuset, il est évident qu'elle a dû se purifier davantage.

» Il n'est pas à craindre que la fonte se brûle lorsqu'elle est une fois en bain dans le creuset. A la vérité, lorsqu'il y a trop de charbon, et par conséquent trop de feu et trop peu de mine dans le fourneau, elle se brûle en partie au lieu de fondre en entier; la fonte qui en résulte est brune, poreuse, et bourrue, et n'a pas la consistance ni la dureté d'une bonne fonte : seulement il faut avoir attention que la fonte dans le bain soit toujours couverte d'une certaine quantité de laitier. Cette fonte bourrue dont nous venons de parler est douce et se forme aisément; mais, comme elle a peu de densité et par conséquent de résistance, elle n'est pas bonne pour les canons.

» La fonte grise à petits grains doit être préférée à la fonte trop brune qui est trop tendre, et à la fonte blanche à gros grains qui est trop dure et trop impure.

» Il faut laisser le canon refroidir lentement dans son moule, pour éviter la sorte de trempe qui ne peut que donner de l'aigreur à la matière du canon : bien des gens croient néanmoins que cette surface extérieure, qui est la plus dure, donne beaucoup de force au canon.

» Il n'y a pas long-temps que l'on tourne les pièces de canon, et qu'on les coule pleines pour les forer ensuite. L'avantage, en les coulant pleines, est d'éviter les chambres qui se forment dans tous les canons coulés à noyau. L'avantage de les tourner consiste en ce qu'elles seront parfaitement concentrées et d'une épaisseur égale dans toutes les parties correspondantes : le seul inconvénient du tour est que les pièces sont plus sujettes à la rouille que celles dont on n'a pas entamé la surface.

» La plus grande difficulté est d'empêcher le canon de s'arquer dans le moule; or le tour remédie à ce défaut et à tous ceux qui proviennent des petites imperfections du moule.

» La première couche qui se durcit dans la fonte d'un canon est la plus extérieure; l'humidité et la fraîcheur du moule lui donnent une trempe qui pénètre à une ligne ou une ligne et demie dans les pièces de gros calibre, et davantage dans ceux de petit calibre, parce que

amasser encore autant de milliers de matière en fusion, qui n'auroit rien souffert en la laissant toujours surmontée du laitier nécessaire pour la défendre de la trop grande action du feu et du contact de l'air : cette fonte, au contraire, tenue pendant quarante-huit heures dans le creuset, n'en étoit que meilleure et plus épurée ; elle pesoit cinq cent douze livres le pied cube, tandis que les fontes grises ordinaires qu'on travailloit alors à mes forges ne pesoient que quatre cent quatre-vingt-quinze livres, et que les fontes blanches ne pesoient que quatre cent soixante-douze livres le pied cube [1]. Il peut donc y avoir une diffé-

leur surface est proportionnellement plus grande relativement à leur masse : or cette enveloppe trempée est plus cassante ; quoique plus dure que le reste de la matière, elle ne lui est pas aussi bien intimement unie, et semble faire un cercle concentrique assez distinct du reste de la pièce ; elle ne doit donc pas augmenter la résistance de la pièce. Mais si l'on craint encore de diminuer la résistance du canon en enlevant l'écorce par le tour, il n'y aura qu'à compenser cette diminution en donnant deux ou trois lignes de plus d'épaisseur au canon.

» On a observé que la matière est meilleure dans la culasse des pièces que dans les volées, et cette matière de la culasse est celle qui a coulé la première et qui est sortie du fond du creuset, et qui, par conséquent, a été tenue le plus long-temps en fusion ; au contraire, la *masselotte* du canon, qui est la matière qui coule la dernière, est d'une mauvaise qualité, et remplie de scories.

» On doit observer que si l'on veut fondre du canon de vingt-quatre à un seul fourneau, il seroit mieux de commencer par ne donner au creuset que les dimensions nécessaires pour couler du dix-huit, et laisser agrandir le creuset par l'action du feu avant de couler du vingt-quatre ; et par la même raison on fera l'ouvrage pour couler du vingt-quatre, qu'on laissera ensuite agrandir pour couler du trente-six.

1. J'ai fait ces épreuves à une très bonne et grande balance hydrostatique sur des morceaux cubiques de fonte de quatre pouces, c'est-à-dire de soixante-quatre pouces cubes, tous également tirés du milieu des gueuses, et ensuite ajustés par la mine à ces dimensions. M. Bris-

rence de plus de trente-cinq livres par pied cube, c'est-à-dire d'un douzième environ, sur la pesanteur spécifique de la fonte de fer; et comme sa résistance est tout au moins proportionnelle à sa densité, il s'ensuit que les pièces de canon de cette fonte dense résisteront à la charge de douze livres de poudre, tandis que celles de fonte blanche et légère éclateront par l'effort d'une charge de dix à onze livres. Il en est de même de la pureté de la fonte : elle est, comme sa résistance, plus que proportionnelle à sa densité ; car, ayant comparé le produit en fer de ces fontes, j'ai vu qu'il falloit quinze cent cinquante des premières, et seulement treize cent vingt de la fonte épurée qui pesoit cinq cent douze livres le pied cube, pour faire un millier de fer.

Quelque grande que soit cette différence, je suis persuadé qu'elle pourroit l'être encore plus, et qu'avec un fourneau construit exprès pour couler du gros canon, dans lequel on ne verseroit que la mine bien préparée, et à laquelle on donneroit en effet quarante-huit heures de séjour dans le creuset avec un feu toujours égal, on obtiendroit de la fonte encore plus dense, plus résistante, et qu'on pourroit parvenir au point de la rendre assez métallique pour que les pièces, au lieu de crever en éclats, ne fissent que se fendre, comme les canons de bronze, par une trop forte charge.

Car la fonte n'est dans le vrai qu'une *matte* de fer

son, dans sa table des pesanteurs spécifiques, donne cinq cent quatre livres sept onces six gros de poids à un pied cube de fonte, cinq cent quarante-cinq livres deux onces quatre gros au fer forgé, et cinq cent quarante-sept livres quatre onces à l'acier.

plus ou moins mélangée de matières vitreuses : il ne s'agiroit donc que de purger cette matte de toutes les parties hétérogènes, et l'on auroit du fer pur; mais comme cette séparation des parties hétérogènes ne peut se faire complètement par le feu du fourneau, et qu'elle exige de plus le travail de l'homme et la percussion du marteau, tout ce que l'on peut obtenir par le régime du feu le mieux conduit, le plus long-temps soutenu, est une fonte en régule encore plus épurée que celle dont je viens de parler. Il faut pour cela briser en morceaux cette première fonte, et la faire refondre. Le produit de cette seconde fusion sera du régule, qui est une matière mitoyenne entre la fonte et le fer. Ce régule approche de l'état de métallisation : il est un peu ductile, ou du moins il n'est ni cassant, ni aigre, ni poreux, comme la fonte ordinaire; il est au contraire très dense, très compacte, très résistant, et par conséquent très propre à faire de bons canons.

C'est aussi le parti que l'on vient de prendre pour les canons de notre marine. On casse en morceaux les vieux canons ou les gueuses de fonte, on les refond dans des fourneaux d'aspiration à réverbère : la fonte s'épure et se convertit en régule par cette seconde fusion. On a confié la direction de ce travail à M. Wilkinson, habile artiste anglois, qui a très bien réussi. Quelques autres artistes françois ont suivi la même méthode avec succès, et je suis persuadé qu'on aura dorénavant d'excellents canons, pourvu qu'on ne s'obstine pas à les tourner; car je ne puis être de l'avis de M. le vicomte de Morogues [1], dont néanmoins je res-

1. Voyez la note précédente.

pecte les lumières, et je pense qu'en enlevant par le tour l'écorce du canon, on lui ôte sa cuirasse, c'est-à-dire la partie la plus dure et la plus résistante de toute sa masse [1].

Cette fonte refondue, ou ce régule de fer, pèse

1. Voici ce que m'a écrit à ce sujet M. de La Belouze, conseiller au parlement de Paris, qui a fait des expériences et des travaux très utiles dans ses forges du Nivernois : « Vous regardez, monsieur, comme fait certain, que la fonte la plus dense est la meilleure pour faire des canons ; j'ai hésité long-temps sur cette vérité, et j'avois pensé d'abord que la fonte première, comme étant plus légère, et conséquemment plus élastique, cédant plus facilement à l'impulsion de la poudre, devroit être moins sujette à casser que la fonte seconde, c'est-à-dire la fonte refondue qui est beaucoup plus pesante.

» Je n'ai décidé le sieur Frerot à les faire de fonte refondue, que parce qu'en Angleterre on ne les fait que de cette façon ; cependant en France on ne les fond que de fonte première..... La fonte refondue est beaucoup plus pesante ; car elle pèse cinq cent vingt à cinq cent trente livres, au lieu que l'autre ne pèse que cinq cents livres le pied cube.....

» Vous avez grande raison, monsieur, de dire qu'il ne faut pas tourner les canons..... La partie extérieure des canons, c'est-à-dire l'enveloppe, est toujours la plus dure, et ne se fond jamais au fourneau de réverbère; et sans le ringard on retireroit presque les pièces figurées comme elles étoient lorsqu'on les a mises au fourneau. Cette enveloppe se convertit presque toute en fer à l'affinerie ; car avec onze cents ou onze cent cinquante livres de fonte on fait un millier de très bon fer... tandis qu'il faut quatorze cents ou quinze cents livres de notre fonte première pour avoir un millier de fer.....

» Vous désireriez, monsieur, qu'on pût couler les canons avec la fonte d'un seul fourneau ; mais le poids en est trop considérable, et je ne crois pas que le sieur Wilkinson les coule à Indret avec le jet d'un seul fourneau, surtout pour les canons de vingt-quatre. Le sieur Frerot ne coule que des canons de dix-huit avec le jet de deux fourneaux de pareille grandeur et dans la même exposition ; il coule avec un seul fourneau les canons de douze : mais il a toujours un fourneau près de la fonte, duquel il peut se servir pour achever le canon, et le surplus de la fonte du second fourneau s'emploie à couler de petits

plus de cinq cent trente livres le pied cube ; et comme le fer forgé pèse cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres, et que la meilleure fonte ne pèse que cinq cent douze, on voit que le régule est dans l'état intermédiaire et moyen entre la fonte et le fer. On peut donc être assuré que les canons faits avec ce régule non seulement résisteront à l'effort des charges ordinaires, mais qu'ayant en même temps un peu de ductilité, ils se fendront au lieu d'éclater à de trop fortes charges.

On doit préférer ces nouveaux fourneaux d'aspiration à nos fourneaux ordinaires, parce qu'il ne seroit pas possible de refondre la fonte en gros morceaux dans ces derniers, et qu'il y a un grand avantage à se servir des premiers, que l'on peut placer où l'on veut, et sur des plans élevés, où l'on a la facilité de creuser des fosses profondes pour établir le moule du canon sans craindre l'humidité ; d'ailleurs il est plus court et plus facile de réduire la fonte en régule par une seconde fusion que par un très long séjour dans le creuset des hauts fourneaux : ainsi l'on a très bien fait d'adopter cette méthode pour fondre les pièces d'artillerie de notre marine [1].

La fonte épurée autant qu'elle peut l'être dans un creuset, ou refondue une seconde fois, devient donc un régule qui fait la nuance ou l'état mitoyen entre la

canons ; on ne fait pour cela que détourner le jet lorsque le plus gros canon est coulé. »

1. La fonderie royale que le ministre de la marine vient de faire établir près de Nantes en Bretagne démontre la supériorité de cette méthode sur toutes celles qui étoient en usage auparavant, et qui étoient sujettes aux inconvénients dont nous venons de faire mention.

fonte et le fer : ce régule, dans sa première fusion, coule à peu près comme la fonte ordinaire; mais lorsqu'il est une fois refroidi, il devient presque aussi infusible que le fer. Le feu des volcans a quelquefois formé de ces régules de fer, et c'est ce que les minéralogistes ont appelé mal à propos *fer natif;* car, comme nous l'avons dit, le fer de nature est toujours mêlé de matières vitreuses, et n'existe que dans les roches ferrugineuses produites par le feu primitif.

La fonte de fer tenue très long-temps dans le creuset, sans être agitée et remuée de temps en temps, forme quelquefois des boursouflures ou cavités dans son intérieur, où la matière se cristallise[1]. M. de Grignon est le premier qui ait observé ces cristallisations du régule de fer, et l'on a reconnu depuis que tous

1. J'ai fait un essai sur la cristallisation de la fonte de fer, que je crois devoir rapporter ici. Cet essai a été fait, dans un très grand creuset de molybdène, sur une masse d'environ deux cent cinquante livres de fonte : on avoit pratiqué vers le bas de ce creuset un trou de huit à neuf lignes de diamètre, que l'on avoit ensuite bouché avec de la terre de coupelle : ce creuset fut placé sur une grille et entouré au bas de charbons ardents, tandis que la partie supérieure étoit défendue de la chaleur par une table circulaire de briques ; on remplit ensuite le creuset de fonte liquide; et quand la surface supérieure de cette fonte, qui étoit exposée à l'air, eut pris de la consistance, on ouvrit promptement le bas du creuset : il coula d'un seul jet plus de moitié de la fonte encore rouge, et qui laissa une grande cavité dans l'intérieur de toute la masse. Cette cavité se trouva hérissée de très petits cristaux dans lesquels on distinguoit, à la loupe, des faces disposées en octaèdres; mais la plupart étoient comme des trémies creuses, puisqu'avec une barbe de plume elles se détachoient et tomboient en petits feuillets comme les mines de fer micacées; ce qui néanmoins est éloigné des belles cristallisations de M. de Grignon, et annonce que, dans cette opération, le refroidissement fut encore trop prompt; car, il est bon de le répéter, ce n'est que par un refroidissement très lent que la fonte en fusion peut prendre une forme cristallisée.

les métaux et les régules des demi-métaux se cristallisoient de même à un feu bien dirigé et assez long-temps soutenu, en sorte qu'on ne peut plus douter que la cristallisation, prise généralement, ne puisse s'opérer par l'élément du feu comme par celui de l'eau.

Le fer est, de tous les métaux, celui dont l'état varie le plus ; tous les fluides, à l'exception du mercure, l'attaquent et le rongent; l'air sec produit à sa surface une rouille légère, qui, en se durcissant, fait l'effet d'un vernis impénétrable et assez ressemblant au vernis des bronzes antiques; l'air humide forme une rouille plus forte et plus profonde, de couleur d'ocre; l'eau produit avec le temps, sur le fer qu'on y laisse plongé, une rouille noire et légère. Toutes les substances salines font de grandes impressions sur ce métal, et le convertissent en rouille : le soufre fait fondre en un instant le fer rouge de feu, et le change en pyrite. Enfin l'action du feu détruit le fer, ou du moins l'altère, dès qu'il a pris sa parfaite métallisation : un feu très véhément le vitrifie; un feu moins violent, mais long-temps continué, le réduit en colcotar pulvérulent; et lorsque le feu est à un moindre degré, il ne laisse pas d'attaquer à la longue la substance du fer, et en réduit la surface en lames minces et en écailles. La fonte de fer est également susceptible de destruction par les mêmes éléments; cependant l'eau n'a pas autant d'action sur la fonte que sur le fer, et les plus mauvaises fontes, c'est-à-dire celles qui contiennent le plus de parties vitreuses, sont celles sur lesquelles l'air humide et l'eau font le moins d'impression.

Après avoir exposé les différentes qualités de la fonte de fer, et les différentes altérations que la seule action du feu peut lui faire subir jusqu'à sa destruction, il faut reprendre cette fonte au point où notre art la convertit en une nouvelle matière que la nature ne nous offre nulle part sous cette forme, c'est-à-dire en fer et en acier, qui, de toutes les substances métalliques, sont les plus difficiles à traiter, et doivent pour ainsi dire toutes leurs qualités à la main et au travail de l'homme : mais ce sont aussi les matières qui, comme par dédommagement, lui sont plus utiles et plus nécessaires que tous les autres métaux, dont les plus précieux n'ont de valeur que par nos conventions, puisque les hommes qui ignorent cette valeur de convention donnent volontiers un morceau d'or pour un clou. En effet, si l'on estime les matières par leur utilité physique, le sauvage a raison ; et si nous les estimons par le travail qu'elles coûtent, nous trouverons encore qu'il n'a pas moins raison. Que de difficultés à vaincre ! que de problèmes à résoudre ! combien d'arts accumulés les uns sur les autres ne faut-il pas pour faire ce clou ou cette épingle dont nous faisons si peu de cas ! D'abord, de toutes les substances métalliques, la mine de fer est la plus difficile à fondre [1] : il s'est passé bien des siècles avant qu'on en

1. Il y a quelques mines de cuivre pyriteuses qui sont encore plus longues à traiter que la mine de fer ; il faut neuf ou dix grillages préparatoires à ces mines de cuivre pyriteuses, avant de les réduire en *mattes,* et faire subir à cette matte l'action successive de trois, quatre, et cinq feux avant d'obtenir du cuivre noir ; enfin il faut encore fondre et purifier ce cuivre noir, avant qu'il devienne cuivre rouge, et tel qu'on puisse le verser dans le commerce : ainsi certaines mines de cuivre exigent encore plus de travail que les mines de fer pour être ré-

ait trouvé les moyens. On sait que les Péruviens et les Mexicains n'avoient en ouvrages travaillés que de l'or, de l'argent, du cuivre, et point de fer; on sait que les armes des anciens peuples de l'Asie n'étoient que de cuivre, et tous les auteurs s'accordent à donner l'importante découverte de la fusion de la mine de fer aux habitants de l'île de Crète, qui, les premiers, parvinrent aussi à forger le fer dans les cavernes du mont Ida, quatorze cents ans environ avant l'ère chrétienne. Il faut en effet un feu violent et en grand volume pour fondre la mine de fer et la faire couler en lingots, et il faut un second feu tout aussi violent pour ramollir cette fonte; il faut en même temps la travailler avec des ringards de fer avant de la porter sous le marteau pour la forger et en faire du fer; en sorte qu'on n'imagine pas trop comment ces Crétois, premiers inventeurs du fer forgé, ont pu travailler leurs fontes, puisqu'ils n'avoient pas encore d'outils de fer. Il est à croire qu'après avoir ramolli les fontes au feu, ils les ont de suite portées sous le marteau, où elles n'auront d'abord donné qu'un fer très impur, dont ils auront fabriqué leurs premiers instruments ou ringards, et qu'ayant ensuite travaillé la fonte avec ces instruments, ils seront parvenus peu à peu au point de fabriquer du vrai fer: je dis peu à peu; car, lorsque après ces difficultés vaincues on a forgé cette barre de fer, ne faut-il pas ensuite la ramollir encore au feu pour la couper sous des tranchants d'acier et la séparer en petites verges? ce qui suppose d'autres machines, d'autres fourneaux; puis enfin un art particulier pour

duites en métal; mais ensuite le cuivre se prête bien plus aisément que le fer à toutes les formes qu'on veut lui donner.

réduire ces verges en clous, et un plus grand art si l'on veut en faire des épingles. Que de temps, que de travaux successifs ce petit exposé ne nous offre-t-il pas! Le cuivre, qui, de tous les métaux après le fer, est le plus difficile à traiter, n'exige pas à beaucoup près autant de travaux et de machines combinées : comme plus ductile et plus souple, il se prête à toutes les formes qu'on veut lui donner; mais on sera toujours étonné que d'une terre métallique, dont on ne peut faire avec le feu le plus violent qu'une fonte aigre et cassante, on soit parvenu, à force d'autres feux et de machines appropriées, à tirer et réduire en fils déliés cette matière revêche, qui ne devient métal et ne prend de la ductilité que sous les efforts de nos mains.

Parcourons, sans trop nous arrêter, la suite des opérations qu'exigent ces travaux. Nous avons indiqué ceux de la fusion des mines : on coule la fonte en gros lingots ou gueuses dans un sillon de quinze à vingt pieds de longueur sur sept à huit pouces de profondeur, et ordinairement on les laisse se coaguler et se refroidir dans cette espèce de moule, qu'on a soin d'humecter auparavant avec de l'eau ; les surfaces inférieures du lingot prennent une trempe par cette humidité, et sa surface supérieure se trempe aussi par l'impression de l'air. La matière en fusion demeure donc encore liquide dans l'intérieur du lingot, tandis que ses faces extérieures ont déjà pris de la solidité par le refroidissement : l'effort de cette chaleur, beaucoup plus forte en dedans et au centre qu'à la circonférence du lingot, le force à se courber, surtout s'il est de fonte blanche ; et cette courbure se fait dans le sens où il y

a le moins de résistance, c'est-à-dire en haut, parce que la résistance est moindre qu'en bas et vers les côtés. On peut voir dans mes mémoires[1] combien de temps la matière reste liquide à l'intérieur après que les surfaces se sont consolidées.

D'ordinaire on laisse la gueuse ou lingot se refroidir au moule pendant six ou sept heures, après quoi on l'enlève, et on est obligé de le faire peser pour payer un droit très onéreux d'environ six livres quinze sous par millier de fonte ; ce qui fait plus de dix livres par chaque millier de fer : c'est le double du salaire de l'ouvrier, auquel on ne donne que cinq livres pour la façon d'un millier de fer ; et d'ailleurs ce droit que l'on perçoit sur les fontes cause encore une perte réelle et une grande gêne par la nécessité où l'on est de laisser refroidir le lingot pour le peser, ce que l'on ne peut faire tant qu'il est rouge de feu ; au lieu qu'en le tirant du moule au moment qu'il est consolidé, en le mettant sur des rouleaux de pierre pour entrer encore rouge au feu de l'affinerie, on épargneroit tout le charbon que l'on consomme pour le réchauffer à ce point lorsqu'il est refroidi. Or un impôt qui non seulement grève une propriété d'industrie qui devroit être libre, telle que celle d'un fourneau, mais qui gêne encore le progrès de l'art, et force en même temps à consommer plus de matière combustible qu'il ne seroit nécessaire ; cet impôt, dis-je, a-t-il été bien assis, et doit-il subsister sous une administration éclairée?

Après avoir tiré du moule le lingot refroidi, on le fait entrer, par une de ses extrémités, dans le feu de l'affinerie, où il se ramollit peu à peu, et tombe en-

1. Voyez le neuvième Mémoire, tom. IV, pag. 168.

suite par morceaux, que le forgeron réunit et pétrit avec des ringards, pour en faire une loupe de soixante à quatre-vingts livres de poids : dans ce travail la matière s'épure et laisse couler des scories par le fond du foyer. Enfin, lorsqu'elle est assez pétrie, assez maniée, et chauffée jusqu'au blanc, on la tire du feu de l'affinerie avec de grandes tenailles, et on la jette sur le sol pour la frapper de quelques coups de masse, et en séparer, par cette première percussion, les scories qui souvent s'attachent à sa surface, et en même temps pour en rapprocher toutes les parties inférieures, et les préparer à recevoir la percussion plus forte du gros marteau, sans se détacher ni se séparer; après quoi on porte avec les mêmes tenailles cette loupe sous un marteau de sept à huit cents livres pesant, et qui peut frapper jusqu'à cent dix et cent vingt coups par minute, mais dont on ménage le mouvement pour cette première fois, où il ne faut que comprimer la masse de la loupe par des coups assez lents : car, dès qu'elle a perdu son feu vif et blanc, on la reporte au foyer de l'affinerie pour lui donner une seconde chaude; elle s'y épure encore, et laisse couler de nouveau quelques scories; et lorsqu'elle est une seconde fois chauffée à blanc, on la porte de même du foyer sur l'enclume, et on donne au marteau un mouvement de plus en plus accéléré, pour étendre cette pièce de fer en une barre ou bande, qu'on ne peut achever que par une troisième, quatrième, et quelquefois une cinquième chaude. Cette percussion du marteau purifie la fonte en faisant sortir au dehors les matières étrangères dont elle étoit encore mêlée, et elle rapproche en même temps, par une forte com-

pression, toutes les parties du métal, qui, quand il est pur et bien traité, se présente en fibres nerveuses toutes dirigées dans le sens de la longueur de la barre, mais qui n'offre au contraire que de gros grains ou des lames à facettes, lorsqu'il n'a pas été assez épuré, soit au fourneau de fusion, soit au foyer de l'affinerie; et c'est par ces caractères très simples que l'on peut toujours distinguer les bons fers des mauvais en les faisant casser; ceux-ci se brisent au premier coup de masse, tandis qu'il en faut plus de cent pour casser une pareille bande de fer nerveux, et que souvent même il faut l'entamer avec un ciseau d'acier pour la rompre.

Le fer une fois forgé devient d'autant plus difficile à refondre qu'il est plus pur et en plus gros volume; car on peut aisément faire fondre les vieilles ferrailles réduites en plaques minces ou en petits morceaux. Il en est de même de la limaille ou des écailles de fer; on peut en faire d'excellent fer, soit pour le tirer en fil d'archal, soit pour en faire des canons de fusil, ainsi qu'on le pratique depuis long-temps en Espagne. Comme c'est un des emplois du fer qui demande le plus de précaution, et que l'on n'est pas d'accord sur la qualité des fers qu'il faut préférer pour faire de bons canons de fusil, j'ai tâché de prendre sur cela des connoissances exactes, et j'ai prié M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie, et inspecteur des armes à Charleville et Maubeuge, de me communiquer ce que sa longue expérience lui avoit appris à ce sujet. On verra dans la note ci-dessous[1]

1. Le fer qui passe pour le plus excellent, c'est-à-dire d'une belle couleur blanche tirant sur le gris, entièrement composé de nerfs ou

que les canons de fusil ne doivent pas être faits, comme on pourroit l'imaginer, avec du fer qui auroit

de couches horizontales, sans mélange de grains, est de tous les fers celui qui convient le moins : observons d'abord qu'on chauffe la barre à blanc pour en faire la macquette, qui est chauffée à son tour pour faire la lame à canon ; cette lame est ensuite roulée dans sa longueur, et chauffée blanche à chaque pouce et demi deux ou trois fois, et souvent plus, pour souder le canon : que peut-il résulter de toutes ces chaudes ainsi multipliées sur chaque point, et qui sont indispensables? Nous avons supposé le fer parfait et tout de nerf; s'il est parfait, il n'a plus rien à gagner, et l'action d'un feu aussi violent ne peut que lui faire perdre de sa qualité, qu'il ne reprend jamais en entier, malgré le recuit qu'on lui donne. Je conçois donc que le feu, dirigé par le vent des soufflets, coupe les nerfs en travers, qui deviennent des grains d'une espèce d'autant plus mauvaise que le fer a été chauffé blanc plus souvent, et par conséquent plus desséché : j'ai fait quelques expériences qui confirment bien cette opinion. Ayant fait tirer plusieurs lames à canon du carré provenu de la loupe à l'affinerie, et les ayant cassées à froid, je les trouvai toutes de nerf et de la plus belle couleur : je fis faire un morceau de barre à la suite du même lopin, duquel je fis faire des lames à canon qui, cassées à froid, se trouvèrent mi-parties de nerfs et de grains; ayant fait tirer une barre du reste du carré, je la pliai à un bout et la corroyai ; et en ayant fait faire des macquettes et ensuite des lames, elles ne présentèrent plus que des grains à leur fracture et d'une qualité médiocre.....

Étant aux forges de Mouzon, je fis faire une macquette et une lame au bout d'une barre de fer, presque toute d'un bon grain avec très peu de nerf : l'extrémité de la lame cassée à froid a paru mêlée de beaucoup de nerf, et le canon qui en a été fabriqué a plié comme de la baleine ; on ne l'a cassé qu'à l'aide du ciselet et avec la plus grande difficulté : la fracture étoit toute de nerf.

Ayant vu un canon qui cassa comme du verre en le frappant sur une enclume, et qui montroit en totalité de très gros et vilains grains sans aucune partie de nerf, on m'a présenté la barre avec laquelle la macquette et la lame qui avoient produit ce canon avoient été faites, laquelle étoit entièrement de très beau nerf; on a tiré une macquette au bout de cette barre sans la plier et corroyer, laquelle s'est trouvée de nerf avec un peu de grain ; ayant plié et corroyé le reste de cette barre dont on fit une macquette, elle a montré moins de nerf et plus

acquis toute sa perfection, mais seulement avec du fer qui puisse encore en acquérir par le feu qu'il doit subir pour prendre la forme d'un canon de fusil.

Mais revenons au fer qui vient d'être forgé, et qu'on veut préparer pour d'autres usages encore plus communs : si on le destine à être fendu dans sa longueur pour en faire des cloux et autres menus ouvrages, il faut que les bandes n'aient que de cinq à huit lignes

de grains que celle qui n'avoit pas été corroyée. Suivons cette opération : la barre étoit toute de nerf; la macquette tirée au bout sans la doubler avoit déjà un peu de grains; celle tirée de la même barre pliée et corroyée avoit encore plus de grains, et enfin un canon provenant de cette barre pliée et corroyée étoit tout de grains larges et brillants comme le mauvais fer, et elle a cassé comme du verre. Néanmoins je ne prétends pas conclure de ce que je viens d'avancer, qu'on doit préférer pour la fabrication des canons de fusil le fer aigre et cassant; je suis bien loin de le penser : mais je crois pouvoir assurer, d'après un usage journalier et constant, que le fer le plus propre à cette fabrication est celui qui présente, en le cassant à froid, le tiers ou la moitié de nerf, et les deux autres tiers ou la moitié de grains d'une bonne espèce, petits, sans ressembler à ceux de l'acier, et blancs en tirant sur le gris; la partie nerveuse se détruit ou s'altère aux différents feux successifs que le fer essuie sur chaque point, et la partie de grain devient nerveuse en s'étendant sous le marteau, et remplace l'autre.

Les axes du fer qui supportent nos meules de grès, pesant sept à huit milliers, étant faits de différentes mises rapportées et soudées les unes d'après les autres, on a grand soin de mélanger, pour les fabriquer, des fers de grains et de nerf : si on n'employoit que celui de nerf, il n'y a point d'axe qui ne cassât.

Le canon de fusil qui résulte du fer ainsi mi-partie de grains et de nerf est excellent, et résistera à de très vives épreuves..... Si on a des ouvrages à faire avec du fer préparé en échantillon, de manière que quelques chaudes douces suffisent pour fabriquer la pièce, le fer de nerf doit être préféré à tous les autres, parce qu'on ne risque pas de l'altérer par des chaudes vives et répétées qui sont nécessaires pour souder. (*Note communiquée par M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie.*)

d'épaisseur sur vingt-cinq à trente de largeur; on met ces bandes de fer dans un fourneau de réverbère qu'on chauffe au feu de bois; et lorsqu'elles ont acquis un rouge vif de feu, on les tire du fourneau et on les fait passer, les unes après les autres, sous les *espatards* ou cylindres pour les aplatir, et ensuite sous des taillants d'acier, pour les fendre en longues verges carrées de trois, cinq, et six lignes de grosseur. Il se fait une prodigieuse consommation de ce fer en verge, et il y a plusieurs forges en France où l'on en fait annuellement quelques centaines de milliers. On préfère pour le feu de ce fourneau ou four de fenderie les bois blancs et mous aux bois de chêne et autres bois durs, parce que la flamme en est plus douce, et que le bois de chêne contient de l'acide qui ne laisse pas d'altérer un peu la qualité du fer: c'est par cette raison qu'on doit, autant qu'on le peut, n'employer le charbon de chêne qu'au fourneau de fusion, et garder les charbons de bois blanc pour les affineries et pour les fours de fenderie et de batterie; car la cuisson du bois de chêne en charbon ne lui enlève pas l'acide dont il est chargé; et en général le feu du bois radoucit l'aigreur du fer, et lui donne plus de souplesse et un peu plus de ductilité qu'il n'en avoit au sortir de l'affinerie dont le feu n'est entretenu que par du charbon. L'on peut faire passer à la fenderie des fers de toute qualité : ceux qui sont les plus aigres servent à faire de petits clous à latte qui ne plient pas, et qui doivent être plutôt cassants que souples; les verges de fer doux sont pour les clous des maréchaux, et peuvent être passées par la filière pour faire du gros fil de fer, des anses de chaudière, etc.

Si l'on destine les bandes de fer forgé à faire de la tôle, on les fait de même passer au feu de la fenderie; et au lieu de les fendre sur leur longueur on les coupe en travers dès qu'elles sont ramollies par le feu; ensuite on porte ces morceaux coupés sous le martinet pour les élargir; après quoi on les met dans le fourneau de la batterie, qui est aussi de réverbère, mais qui est plus large et moins long que celui de la fenderie, et que l'on chauffe de même avec du bois blanc; on y laisse chauffer ces morceaux de fer, et on les en tire en les mettant les uns sur les autres pour les élargir encore en les battant à plusieurs fois sous un gros marteau, jusqu'à les réduire en feuillets d'une demi-ligne d'épaisseur; il faut pour cela du fer doux. J'ai fait de la très bonne tôle avec de vieilles ferrailles; néanmoins le fer ordinaire, pourvu qu'il soit nerveux, bien *sué*, et sans paille, donnera aussi de la bonne tôle en la faisant au feu de bois, au lieu qu'au feu de charbon ce même fer ne donneroit que de la tôle cassante.

Il faut aussi du fer doux et nerveux pour faire au martinet du fer de cinq ou six lignes, bien carré, qu'on nomme du *carillon*, et des verges ou tringles rondes du même diamètre. J'ai fait établir deux de ces martinets, dont l'un frappe trois cent douze coups par minute : cette grande rapidité est doublement avantageuse, tant par l'épargne du combustible et la célérité du travail que par la perfection qu'elle donne à ces fers.

Enfin il faut un fer de la meilleure qualité, et qui soit en même temps très ferme et très ductile, pour faire du fil de fer; et il y a quelques forges en Lor-

raine, Franche-Comté, etc., où le fer est assez bon pour qu'il puisse passer successivement par toutes les filières, depuis deux lignes de diamètre jusqu'à la plus étroite, au sortir de laquelle le fil de fer est aussi fin que du crin. En général, le fer qu'on destine à la filière doit être tout de nerf et ductile dans toutes ses parties; il doit être bien *sué*, sans pailles, sans soufflures, et sans grains apparents. J'ai fait venir des ouvriers de la Lorraine allemande pour en faire à mes forges, afin de connoître la différence du travail et la pratique nécessaire pour forger ce fer de filerie : elle consiste principalement à purifier la loupe au feu de l'affinerie deux fois au lieu d'une, à donner à la pièce une chaude ou deux de plus qu'à l'ordinaire, et à n'employer dans tout le travail qu'une petite quantité de charbon à la fois, réitérée souvent, et enfin à ne forger des barreaux que de douze ou treize lignes en carré, en les faisant suer à blanc à chaque chaude. J'ai eu, par ces procédés, des fers que j'ai envoyés à différentes fileries où ils ont été tirés en fil de fer avec succès.

Il faut aussi du fer de très bonne qualité pour faire la tôle mince dont on fait le fer-blanc : nous n'avons encore en France que quatre manufactures en ce genre dont celle de Bains en Lorraine est la plus considérable[1]. On sait que c'est en étamant la tôle, c'est-à-dire en la recouvrant d'étain, que l'on fait le fer-blanc : il faut que l'étoffe de cette tôle soit homogène

1. Il s'en étoit élevé une à Morambert en Franche-Comté, qui n'a pu se soutenir, parce que les fermiers-généraux n'ont pas voulu se relâcher sur aucun des droits auxquels cette manufacture étoit assujettie comme étant établie dans une province réputée étrangère.

et très souple, pour qu'elle puisse se plier et se rouler sans se fendre ni se gercer, quelque mince qu'elle soit. Pour arriver à ce point, on commence par faire de la tôle à la manière ordinaire, et on la bat successivement sous le marteau, en mettant les feuilles en *doublons* les unes sur les autres jusqu'au nombre de soixante-quatre; et lorsqu'on est parvenu à rendre ces feuilles assez minces, on les coupe avec de grands ciseaux pour les séparer, les ébarber, et les rendre carrées; ensuite on plonge ces feuilles une à une dans des eaux *sures* ou aigres pour les *décaper*, c'est-à-dire pour leur enlever la petite couche noirâtre dont se couvre le fer chaque fois qu'il est soumis à l'action du feu, et qui empêcheroit l'étain de s'attacher au fer. Ces eaux aigres se font au moyen d'une certaine quantité de farine de seigle et d'un peu d'alun qu'on y mêle; elles enlèvent cette couche noire du fer; et lorsque les feuilles sont bien nettoyées, on les plonge verticalement dans un bain d'étain fondu et mêlé d'un peu de cuivre : il faut auparavant recouvrir le bain de cet étain fondu avec une couche épaisse de suif ou de graisse, pour empêcher la surface de l'étain de se réduire en chaux. Cette graisse prépare aussi les surfaces du fer à bien recevoir l'étain, et on en retire la feuille presque immédiatement après l'avoir plongée, pour laisser égoutter l'étain superflu; après quoi on la frotte avec du son sec, afin de la dégraisser; et enfin il ne reste plus qu'à dresser ces feuilles de fer étamées avec des maillets de bois, parce qu'elles se sont courbées et voilées par la chaleur de l'étain fondu.

On ne croiroit pas que le fer le plus souple et le

plus ductile fût en même temps celui qui se trouve le plus propre pour être converti en acier, qui, comme l'on sait, est d'autant plus cassant qu'il est plus parfait; néanmoins l'étoffe du fer dont on veut faire de l'acier par cémentation doit être la même que celle du fer de filerie, et l'opération par laquelle on le convertit en acier ne fait que hacher les fibres nerveuses de ce fer, et lui donner encore un plus grand degré de pureté, en même temps qu'il se pénètre et se charge de la matière du feu qui s'y fixe. Je m'en suis assuré par ma propre expérience; j'ai fait établir pour cela un grand fourneau d'aspiration, et d'autres plus petits, afin de ménager la dépense de mes essais, et j'ai obtenu des aciers de bonne qualité, que quelques ouvriers de Paris ont pris pour de l'acier d'Angleterre : mais j'ai constamment observé qu'on ne réussissoit qu'autant que le fer étoit pur, et que, pour être assuré d'un succès constant, il falloit n'employer que des fers de la plus excellente qualité, ou des fers rendus tels par un travail approprié; car les fers ordinaires, même les meilleurs de ceux qui sont dans le commerce, ne sont pas d'une qualité assez parfaite pour être convertis par la cémentation en bon acier; et si l'on veut ne faire que de l'acier commun, l'on n'a pas besoin de recourir à la cémentation; car, au lieu d'employer du fer forgé, on obtiendra de l'acier comme on obtient du fer, avec la seule fonte, et seulement en variant les procédés du travail, et les multipliant à l'affinerie et au marteau.

On doit donc distinguer des aciers de deux sortes : le premier qui se fait avec la fonte de fer ou avec le fer même, et sans cémentation; le second que l'on

fait avec le fer, en employant un cément : tous deux se détériorent également et perdent leur qualité par des chaudes réitérées ; et la pratique par laquelle on a cru remédier à ce défaut, en donnant à chaque morceau de fer la forme de la pièce qu'on veut convertir en acier, a elle-même son inconvénient, car celles de ces pièces, comme sabres, couteaux, rasoirs, etc., qui sont plus minces dans le tranchant que dans le dos, seront trop acier dans la partie mince, et trop fer dans l'autre ; et d'ailleurs les petites boursouflures qui s'élèvent à leur surface rendroient ces pièces défectueuses. Il faut de plus que l'acier cémenté soit corroyé, *sué*, et soudé, pour avoir de la force et du corps ; en sorte que ce procédé, de forger les pièces avant de les mettre dans le cément, ne peut convenir que pour les morceaux épais dont on ne veut convertir que la surface en acier.

Pour faire de l'acier avec la fonte de fer il faut commencer par rendre cette fonte aussi pure qu'il est possible avant de la tirer du fourneau de fusion ; et pour cela, si l'on met huit mesures de mine pour faire de la fonte ordinaire, il n'en faudra mettre que six par charge sur la même quantité de charbon, afin que la fonte en devienne meilleure. On pourra aussi la tenir plus long-temps en bain dans le creuset, c'est-à-dire quinze ou seize heures au lieu de douze ; elle achèvera pendant ce temps de s'épurer : ensuite on la coulera en petites gueuses ou lingots ; et pour la dépurer encore davantage, on fera fondre une seconde fois ce lingot dans le feu de l'affinerie : cette seconde fusion lui donnera la qualité nécessaire pour devenir du bon acier au moyen du travail suivant.

On remettra au feu de l'affinerie cette fonte épurée, pour en faire une loupe qu'on portera sous le marteau lorsqu'elle sera rougie à blanc ; on la traitera comme le fer ordinaire, mais seulement sous un plus petit marteau, parce qu'il faut aussi que la loupe soit assez petite, c'est-à-dire de vingt-cinq à trente livres seulement ; on en fera un barreau carré de dix ou onze lignes au plus ; et lorsqu'il sera forgé et refroidi, on le cassera en morceaux longs d'environ un pied, que l'on remettra au feu de l'affinerie, en les arrangeant en forme de grille, les uns sur les autres : ces petits barreaux se ramolliront par l'action du feu, et se souderont ensemble ; l'on en fera une nouvelle loupe, que l'on travaillera comme la première, et qu'on portera de même sous le marteau pour en faire un nouveau barreau qui sera peut-être déjà de bon acier ; et même, si la fonte a été bien épurée, on aura de l'acier assez bon dès la première fois : mais supposé que cette seconde fois l'on n'ait encore que du fer, ou du fer mêlé d'acier, il faudra casser de nouveau le barreau en morceaux, et en former une loupe au feu de l'affinerie, pour la porter ensuite au marteau, et obtenir enfin une barre de bon acier. On sent bien que le déchet doit être très considérable, et d'ailleurs cette méthode de faire de l'acier ne réussit pas toujours ; car il arrive assez souvent qu'en chauffant plusieurs fois ces petites barres on n'obtient pas de l'acier, mais seulement du fer nerveux : ainsi je ne conseillerois pas cette pratique, quoiqu'elle m'ait réussi, vu qu'elle doit être conduite fort délicatement, et qu'elle expose à des pertes. Celle que l'on suit en Carinthie, pour faire de même de l'acier par

la seule dépuration de la fonte, est plus pure et même plus simple. On observe d'abord de faire une première fonte, la meilleure et la plus pure qu'il se peut : cette fonte est coulée en *floss*, c'est-à-dire en gâteaux d'environ six pieds de long sur un pied de large, et trois à quatre pouces d'épaisseur. Cette *floss* est portée et présentée par le bout à un feu animé par des soufflets, qui la fait fondre une seconde fois, et couler dans un creuset placé sous le foyer. Tout le fond de ce creuset est rempli de poudre de charbon bien battue; on en garnit de même les parois, et par dessus la fonte l'on jette du charbon et du laitier pour la couvrir. Après six heures de séjour dans le creuset[1], la fonte étant bien épurée de son laitier, on en prend une loupe d'environ cent quarante à cent cinquante livres, que l'on porte sous le marteau pour être divisée en deux ou trois *massets*, qui sont ensuite chauffés et *étirés* en barres, qui, quoique brutes, sont de bon acier, et qu'il ne faut que porter à la batterie pour y recevoir des chaudes successives, et être mises sous le martinet qui leur donne la forme. Il me paroît que le succès de cette opération tient essentiellement à ce que la fonte soit environnée d'une épaisseur de poudre de charbon, qui, de cette manière, produit une sorte de cémentation de la fonte, et la sature de feu fixe, tout comme les bandes de fer forgé en sont saturées dans la cémentation proprement dite, dont nous allons exposer les procédés.

Cette conversion du fer en acier au moyen de la cémentation a été tentée par nombre d'artistes, et

1. Six pour la première *loupe*, et seulement cinq ou quatre pour les suivantes, le creuset étant plus embrasé.

réussit assez facilement dans de petits fourneaux de chimie : mais elle présente plusieurs difficultés lorsqu'on veut travailler en grand ; et je ne sache pas que nous ayons en France d'autres fourneaux que celui de Néronville en Gâtinois, où l'on convertisse à la fois jusqu'à soixante-quinze et quatre-vingts milliers de fer en acier ; et encore cet acier n'est peut-être pas aussi parfait que celui qu'on fait en Angleterre : c'est ce qui a déterminé le gouvernement à charger M. de Grignon de faire, dans mes forges et au fourneau de Néronville, des essais en grand, afin de connoître quelles sont les provinces du royaume dont les fers sont les plus propres pour être convertis en acier par la voie de la cémentation. Les résultats de ces expériences ont été imprimés dans le *Journal de Physique* du mois de septembre 1782 ; on en peut voir l'extrait dans la note ci-dessous [1] : et voici ce que ma propre

1. En 1780, M. de Grignon fut chargé par le gouvernement de faire des expériences en grand pour déterminer quelles sont les provinces du royaume qui produisent les fers les plus propres à être convertis en acier par la cémentation. M. le comte de Buffon offrit ses forges et le grand fourneau qu'il avoit fait construire pour les mêmes opérations, et on y fit arriver des fers du comté de Foix, du Roussillon, du Dauphiné, de l'Alsace, de la Franche-Comté, des Trois-Évêchés, de Champagne, de Berri, de Suède, de Russie, et d'Espagne.

Tous ces fers furent réduits au même échantillon, et placés dans la caisse de cémentation ; leur poids total étoit de quarante mille sept cent deux livres, et on les enveloppa de vingt-quatre pieds cubes de poudre de cémentation : on mit ensuite le feu au fourneau, et on le soutint pendant cent cinquante-sept heures consécutives, dont trente-sept heures de petit feu, vingt-quatre de feu médiocre, et quatre-vingt-seize heures d'un feu si actif, qu'il fondit les briques du revêtement du fourneau, du diaphragme, des arceaux, et de la voûte supérieure où sont les tuyaux aspiratoires.....

Lorsque le fourneau fut refroidi, et que le fer fut retiré de la caisse,

expérience m'avoit fait connoître avant ces derniers essais.

on en constata le poids, qui se trouva augmenté de soixante-une livres : mais une partie de cette augmentation de poids provient de quelques parcelles de matières du cément, qui restent attachées à la surface des barres. M. de Grignon, pour constater précisément l'accroissement du poids acquis par la cémentation, soumit, dans une expérience subséquente, cinq cents livres de fer en barres bien décapé, et il fit écurer de même les barres au sortir de la cémentation pour enlever la matière charbonneuse qui s'y étoit attachée, et il se trouva six livres et demie d'excédant, qui ne peut être attribué qu'au principe qui convertit le fer en acier; principe qui augmente non seulement le poids du fer, mais encore le volume de dix lignes et demie par cent pouces de longueur des barres, indépendamment du soulèvement de l'étoffe du fer qui forme les ampoules que M. de Grignon attribue à l'air, et même à l'eau interposée dans le fer; et s'il étoit possible d'estimer le poids de cet air et de l'eau que la violente chaleur fait sortir du fer, le poids additionnel du principe qui se combine au fer dans sa conversion en acier se trouveroit encore plus considérable.

Le fourneau de Buffon, quoique très solidement construit, s'étant trouvé détruit par la violence du feu, M. de Grignon prit le parti d'aller à la manufacture de Néronville faire une autre suite d'expériences qui lui donna les mêmes résultats qu'il avoit obtenus à Buffon.

Les différentes qualités des fers soumis à la cémentation ont éprouvé des modifications différentes et dépendantes de leur caractère particulier.

Le premier effet que l'on aperçoit est cette multitude d'ampoules qui s'élèvent sur les surfaces; cette quantité est d'autant plus grande, que l'étoffe du fer est plus désunie par des pailles, des gerçures, et des fentes.

Les fers les mieux étoffés, dont la pâte est pleine et homogène, sont moins sujets aux ampoules : ceux qui n'ont que l'apparence d'une belle fabrication, c'est-à-dire qui sont bien unis, bien sués au dehors, mais dont l'affinage primitif n'a pas bien lié la pâte, sont sujets à produire une très grande quantité de bulles.

Les fers cémentés ne sont pas les seuls qui soient sujets aux ampoules; les tôles et les fers noirs préparés pour l'étamage sont souvent défectueux pour les mêmes causes.

La couleur bleue, plus ou moins forte, dont se couvrent les surfaces

J'ai fait chauffer au feu de bois, dans le fourneau de la fenderie, plusieurs bandes de mon fer de la

des barres de fer soumises à la cémentation, est l'effet d'une légère décomposition superficielle; plus cette couleur est intense, plus on a lieu de soupçonner l'acier de vivacité, c'est-à-dire de supersaturation : ce défaut s'annonce aussi par un son aigu que rend l'acier *poule* lorsqu'on le frappe; le son grave, au contraire, annonce dans l'acier des parties ferreuses, et le bon acier se connoît par un son soutenu, ondulant, et timbré.

Le fer cémenté, en passant à l'état d'acier, devient sonore, et devient aussi très fragile, puisque l'acier poule ou boursouflé est plus fragile que l'acier corroyé et trempé, sans que le premier ait été refroidi par un passage subi du chaud au froid : le fer peut donc être rendu fragile par deux causes diamétralement opposées, qui sont le feu et l'eau; car le fer ne devient acier que par une supersaturation du feu fixe qui, en s'incorporant avec les molécules du fer, en coupe et rompt la fibre, et la convertit en grains plus ou moins fins; et c'est ce feu fixe, introduit dans le fer cémenté, qui en augmente le poids et le volume.

M. de Grignon observe que tous les défauts dont le fer est taché, et qui proviennent de la fabrication même ou du caractère des mines, ne sont point détruits par la cémentation; qu'au contraire ils ne deviennent que plus apparents; que c'est pour cette raison que si l'on veut obtenir du bon acier par la cémentation, il faut nécessairement choisir les meilleurs fers, les plus parfaits, tant par leur essence que par leur fabrication, puisque la cémentation ne purifie pas le fer, et ne lui enlève pas les corps hétérogènes dont il peut être allié ou par amalgame ou par interposition : l'acier, selon lui, n'est point un fer plus pur, mais seulement un fer supersaturé de feu fixe, et il y a autant d'aciers défectueux que de mauvais fers.

M. de Grignon observe les degrés de perfection des différents fers convertis en acier dans l'ordre suivant.

Les fers d'Alsace sont ceux de France qui produisent les aciers les plus fins pour la pâte; mais ces aciers ne sont pas si nets que ceux des fers de roche de Champagne, qui sont mieux fabriqués que ceux d'Alsace. Quoique les fers de Berri soient en général plus doux que ceux de Champagne et de Bourgogne, ils ont donné les aciers les moins nets, parce que leur étoffe n'est pas bien liée; et il a remarqué qu'en général les fers les plus doux à la lime, tels que ceux de Berri et de Suède, donnent des aciers beaucoup plus vifs que les fers fermes à la lime et

meilleure qualité, et qui avoit été travaillé comme les barreaux qu'on envoyoit aux fileries pour y faire du fil de fer, et j'ai fait chauffer au même feu et en même temps d'autres bandes de fer moins épuré, et tel qu'il se vend dans mes forges pour le commerce; j'ai fait chauffer à chaud toutes ces bandes en morceaux longs de deux pieds, parce que la caisse de mon premier fourneau d'essais, où je voulois les placer pour les convertir en acier, n'avoit que deux pieds et demi de longueur sur dix-huit pouces de largeur et autant de hauteur. On commença par mettre sur le fond de la caisse une couche de charbon en poudre de deux pouces d'épaisseur, sur laquelle on plaça une à une les petites bandes de fer de deux pieds de longueur, de manière qu'elles ne se touchoient pas, et qu'elles étoient séparées les unes des autres par un intervalle de plus d'un demi-pouce; on mit ensuite sur ces bandes une autre couche d'un pouce

au marteau, et que les derniers exigent une cémentation plus continuée et plus active. Il a reconnu que les fers de Sibérie donnoient un acier très difficile à traiter, et défectueux par la désunion de son étoffe; que ceux d'Espagne donnent un acier propre à des ouvrages qui exigent un beau poli; et il conclut qu'on peut faire de très bon acier fin avec les fers de France, en soignant leur fabrication. Il désigne en même temps les provinces qui fournissent les fers qui sont les plus susceptibles de meilleur acier dans l'ordre suivant : Alsace, Champagne, Dauphiné, Limosin, Roussillon, comté de Foix, Franche-Comté, Lorraine, Berri, et Bourgogne.

Il seroit fort à désirer que le gouvernement donnât des encouragements pour élever des manufactures d'acier dans ces différentes provinces, non seulement pour l'acier par la cémentation, mais aussi pour la fabrication des aciers naturels, qui sont à meilleur compte que les premiers, et d'un plus grand usage dans les arts, surtout dans les arts de première nécessité.

d'épaisseur de poudre de charbon, sur laquelle on posa de même d'autres bandes de fer, et ainsi alternativement des couches de charbon et des bandes de fer, jusqu'à ce que la caisse fût remplie, à trois pouces près, dans toute sa hauteur : on remplit ces trois derniers pouces vides, d'abord avec deux pouces de poudre de charbon, sur laquelle on amoncela, en forme de dôme, autant de poudre de grès qu'il pouvoit en tenir sur la caisse sans s'ébouler. Cette couverture de poudre de grès sert à préserver la poudre de charbon de l'atteinte et de la communication du feu. Il faut aussi avoir soin que les bandes de fer ne touchent, ni par les côtés ni par les extrémités, aux parois de la caisse, dont elles doivent être éloignées et séparées par une épaisseur de deux pouces de poudre de charbon. On a soin de pratiquer dans le milieu d'une des petites faces de la caisse une ouverture où l'on passe par le dehors une bande de huit ou dix pouces de longueur et de même épaisseur que les autres, pour servir d'indice ou d'éprouvette ; car en retirant cette bande de fer au bout de quelques jours de feu, on juge par son état de celui des autres bandes renfermées dans la caisse, et l'on voit, en examinant cette bande d'épreuve, à quel point est avancée la conversion du fer en acier.

Le fond et les quatre côtés de la caisse doivent être de grès pur ou de très bonnes briques bien jointes et bien luttées avec de l'argile. Cette caisse porte sur une voûte de briques, sous laquelle s'étend la flamme d'un feu qu'on entretient continuellement sur un *tisar* à l'ouverture de cette voûte, le long de laquelle on

pratique des tuyaux aspiratoires, de six pouces en six pouces, pour attirer la flamme et la faire circuler également tout autour de la caisse, au dessus de laquelle doit être une autre voûte où la flamme, après avoir circulé, est enfin emportée rapidement par d'autres tuyaux d'aspiration aboutissant à une grande et haute cheminée. Après avoir réussi à ces premiers essais, j'ai fait construire un grand fourneau de même forme, et qui a quatorze pieds de longueur sur neuf de largeur et huit de hauteur, avec deux *tisars* en fonte de fer, sur lesquels on met le bois, qui doit être bien sec, pour ne donner que de la flamme sans fumée. La voûte inférieure communique alentour de la caisse par vingt-quatre tuyaux aspiratoires, et la voûte supérieure communique à la grande cheminée par cinq autres tuyaux. Cette cheminée est élevée de trente pieds au dessus du fourneau, et elle porte sur de grosses gueuses de fonte. Cette construction démontre assez que c'est un grand fourneau d'aspiration où l'air, puissamment attiré par le feu, anime la flamme et la fait circuler avec la plus grande rapidité; on entretient ce feu sans interruption pendant cinq ou six jours, et dès le quatrième on tire l'éprouvette pour s'assurer de l'effet qu'il a produit sur les bandes de fer qui sont dans la caisse de cémentation : on reconnoîtra, tant aux petites boursouflures qu'à la cassure de cette bande d'épreuve, si le fer est près ou loin d'être converti en acier; et, d'après cette connoissance, l'on fera cesser ou continuer le feu; et lorsqu'on jugera que la conversion est achevée, on laissera refroidir le fourneau; après quoi on fera une

ouverture vis-à-vis le dessus de la caisse, et on en tirera les bandes de fer qu'on y avoit mises, et qui dès lors seront converties en acier.

En comparant ces bandes les unes avec les autres, j'ai remarqué : 1° que celles qui étoient de bon fer épuré avoient perdu toute apparence de nerf, et présentoient à leur cassure un grain très fin d'acier, tandis que les bandes de fer commun conservoient encore de leur étoffe de fer, ou ne présentoient qu'un acier à gros grains; 2° qu'il y avoit à l'extérieur beaucoup plus et de plus grandes boursouflures sur les bandes de fer commun que sur celles de bon fer; 3° que les bandes voisines des parois des caisses n'étoient pas aussi bien converties en acier que les bandes situées au milieu de la caisse, et que de même les extrémités de toutes les bandes étoient de moins bon acier que les parties du milieu.

Le fer dans cet état, au sortir de la caisse de cémentation, s'appelle de l'*acier boursouflé* : il faut ensuite le chauffer très doucement, et ne lui donner qu'un rouge couleur de cerise pour le porter sous le martinet et l'étendre en petits barreaux; car, pour peu qu'on le chauffe un peu trop, il s'éparpille, et l'on ne peut le forger. Il y a aussi des précautions à prendre pour le tremper. Mais j'excéderois les bornes que je me suis prescrites dans mes ouvrages sur l'histoire naturelle, si j'entrois dans de plus grands détails sur les différents arts du travail du fer; peut-être même trouvera-t-on que je me suis déjà trop étendu sur l'objet du fer en particulier : je me bornerai donc aux instructions que l'on peut tirer de ce qui vient d'être dit.

Il me semble qu'on pourroit juger de la bonne ou

mauvaise qualité du fer par l'effet de la cémentation; on sait que le fer le plus pur est aussi le plus dense, et que le bon acier l'est encore plus que le meilleur fer : ainsi l'acier doit être regardé comme du fer encore plus pur que le meilleur fer; l'un et l'autre ne sont que le même métal dans deux états différents, et l'acier est pour ainsi dire un fer plus métallique que le simple fer : il est certainement plus pesant, plus magnétique, d'une couleur plus foncée, d'un grain beaucoup plus fin et plus serré, et il devient à la trempe bien plus dur que le fer trempé; il prend aussi le poli le plus vif et le plus beau : cependant, malgré toutes ces différences, on peut ramener l'acier à son premier état de fer par des céments dont on s'est servi pour le convertir en acier, c'est-à-dire en se servant de matières absorbantes, telles que les substances calcaires, au lieu de matières inflammables, telles que la poudre de charbon dont on s'est servi pour le cémenter.

Mais dans cette conversion du fer en acier, quels sont les éléments qui causent ce changement, et quelles sont les substances qui peuvent le subir? Indépendamment des matières vitreuses, qui sans doute restent dans le fer en petite quantité, ne contient-il pas aussi des particules de zinc et d'autres matières hétérogènes? Le feu doit détruire ces molécules de zinc, ainsi que celles des matières vitreuses, pendant la cémentation, et par conséquent elle doit achever de purifier le fer. Mais il y a quelque chose de plus; car, si le fer, dans cette opération qui change sa qualité, ne faisoit que perdre sans rien acquérir, s'il se délivroit en effet de toutes ses impuretés sans remplace-

ment, sans acquisition d'autre matière, il deviendroit nécessairement plus léger : or je me suis assuré que ces bandes de fer, devenues acier par la cémentation, loin d'être plus légères, sont spécifiquement plus pesantes, et que par conséquent elles acquièrent plus de matière qu'elles n'en perdent; dès lors quelle peut donc être cette matière, si ce n'est la substance même du feu qui se fixe dans l'intérieur du fer, et qui contribue encore plus que la bonne qualité ou la pureté du fer à l'essence de l'acier?

La trempe produit dans le fer et l'acier des changements qui n'ont pas encore été assez observés : et quoiqu'on puisse ôter à tous deux l'impression de la trempe en les recuisant au feu, et les rendre à peu près tels qu'ils étoient avant d'avoir été trempés, il est pourtant vrai qu'en les trempant et les chauffant plusieurs fois de suite, on altère leur qualité. La trempe à l'eau froide rend le fer cassant; l'action du froid pénètre à l'intérieur, rompt et hache le nerf, et le convertit en grains. J'ai vu dans mes forges que les ouvriers, accoutumés à tremper dans l'eau la partie de la barre qu'il viennent de forger, afin de la refroidir plus promptement, ayant, dans un temps de forte gelée, suivi leur habitude et trempé toutes leurs barres dans l'eau presque glacée, elles se trouvèrent cassantes au point d'être rebutées des marchands : la moitié de la barre qui n'avoit point été trempée étoit de bon fer nerveux, tandis que l'autre moitié, qui avoit été trempée à la glace, n'avoit plus de nerf et ne présentoit qu'un mauvais grain. Cette expérience est très certaine, et ne fut que trop répétée chez moi; car il y eut plus de deux cents barres dont la seconde

moitié étoit la seule bonne, et l'on fut obligé de casser toutes ces barres par le milieu, et de reforger toutes les parties qui avoient été trempées, afin de leur rendre le nerf qu'elles avoient perdu.

A l'égard des effets de la trempe sur l'acier, personne ne les a mieux observés que M. Perret; et voici les faits, ou plutôt les effets essentiels que cet habile artiste a reconnus. « La trempe change la forme des pièces minces d'acier; elle les voile et les courbe en différents sens; elle y produit des cassures et des gerçures : ces derniers effets sont très communs, et néanmoins très préjudiciables. Ces défauts proviennent de ce que l'acier n'est pas forgé avec assez de régularité; ce qui fait que, passant rapidement du chaud au froid, toutes les parties ne reçoivent pas avec égalité l'impression du froid. Il en est de même si l'acier n'est pas bien pur, ou contient quelques corps étrangers; ils produiront nécessairement des cassures... Le bon acier ne casse à la première trempe que quand il est trop écroui par le marteau ; celui qu'on n'écrouit point du tout, et qu'on ne forge que chaud, ne casse point à la première trempe; et l'on doit remarquer que l'acier prend du gonflement à chaque fois qu'on le chauffe.... Plus on donne de trempe à l'acier, et plus il s'y forme de cassures; car la matière de l'acier ne cesse de travailler à chaque trempe. L'acier fondu d'Angleterre se gerce de plusieurs cassures, et celui de Styrie non seulement se casse, mais se crible par des trempes réitérées... Pour prévenir l'effet des cassures, il faut chauffer couleur de cerise la pièce d'acier, et la tremper dans du suif, en l'y laissant jusqu'à ce qu'elle ait perdu son rouge. On peut, au lieu de

suif, employer toute autre graisse; elle produira le même effet, et préservera l'acier des cassures que la trempe à l'eau ne manque pas de produire. On donnera, si l'on veut, ensuite une trempe à l'ordinaire à la pièce d'acier, ou l'on s'en tiendra à la seule trempe du suif. L'artiste doit tâcher de conduire son travail de manière qu'il ne soit obligé de tremper qu'une fois; car chaque trempe altère de plus en plus la matière de l'acier. Au reste, la trempe au suif ne durcit pas l'acier, et par conséquent ne suffit pas pour les instruments tranchants, qui doivent être très durs: ainsi il faudra les tremper à l'eau après les avoir trempés au suif. On a observé que la trempe à l'huile végétale donne plus de dureté que la trempe au suif ou à toute autre graisse animale; et c'est sans doute parce que l'huile contient plus d'eau que la graisse. »

L'écrouissement que l'on donne aux métaux les rend plus durs, et occasione en particulier les cassures qui se font dans le fer et l'acier. La trempe augmente ces cassures, et ne manque jamais d'en produire dans les parties qui ont été les plus *récrouies*, et qui sont par conséquent devenues les plus dures. L'or, l'argent, le cuivre, battus à froid, s'écrouissent, et deviennent plus durs et plus élastiques sous les coups réitérés du marteau. Il n'en est pas de même de l'étain et du plomb, qui, quoique battus fortement et long-temps, ne prennent point de dureté ni d'élasticité; on peut même faire fondre l'étain en le faisant frapper sous un martinet prompt; et on rend le plomb si mou et si chaud, qu'il paroît aussi prêt à se fondre. Mais je ne crois pas, avec M. Perret, qu'il existe une matière particulière que la percussion fait

entrer dans le fer, l'or, l'argent, et le cuivre, et que l'étain ni le plomb ne peuvent recevoir : ne suffit-il pas que la substance de ces premiers métaux soit par elle-même plus dure que celle du plomb et de l'étain, pour qu'elle le devienne encore plus par le rapprochement de ses parties? La percussion du marteau ne peut produire que ce rapprochement; et lorsque les parties intégrantes d'un métal sont elles-mêmes assez dures pour ne se point écraser, mais seulement se rapprocher par la percussion, le métal écroui deviendra plus dur et même élastique, tandis que les métaux, comme le plomb et l'étain, dont la substance est molle jusque dans ses plus petits atomes, ne prendront ni dureté ni ressort, parce que les parties intégrantes étant écrasées par la percussion, n'en seront que plus molles, ou plutôt ne changeront pas de nature ni de propriété, puisqu'elles s'étendront au lieu de se resserrer et de se rapprocher. Le marteau ne fait donc que comprimer le métal en détruisant les pores ou interstices qui étoient entre ses parties intégrantes; et c'est par cette raison qu'en remettant le métal écroui dans le feu, dont le premier effet est de dilater toute substance, les interstices se rétablissent entre les parties du métal, et l'effet de l'écrouissement ne subsiste plus.

Mais pour en revenir à la trempe, il est certain qu'elle fait un effet prodigieux sur le fer et l'acier. La trempe dans l'eau très froide rend, comme nous venons de le dire, le meilleur fer tout-à-fait cassant; et quoique cet effet soit beaucoup moins sensible lorsque l'eau est à la température ordinaire, il est cependant très vrai qu'elle influe sur la qualité du fer, et qu'on doit

empêcher le forgeron de tremper sa pièce encore rouge de feu pour la refroidir ; et même il ne faut pas qu'il jette une trop grande quantité d'eau dessus en la forgeant, tant qu'elle est dans l'état d'incandescence. Il en est de même de l'acier, et l'on fera bien de ne le tremper qu'une seule fois dans l'eau à la température ordinaire.

Dans certaines contrées où le travail du fer est encore inconnu, les Nègres, quoique les moins ingénieux de tous les hommes, ont néanmoins imaginé de tremper le bois dans l'huile ou dans des graisses dont ils le laissent s'imbiber ; ensuite ils l'enveloppent avec de grandes feuilles, comme celles de bananier, et mettent sous la cendre chaude les instruments de bois qu'ils veulent rendre tranchants : la chaleur fait ouvrir les pores du bois, qui s'imbibe encore plus de cette graisse ; et lorsqu'il est refroidi, il paroît lisse, sec, luisant, et il est devenu si dur, qu'il tranche et perce comme une arme de fer : des zagaies de bois dur et trempé de cette façon, lancées contre des arbres à la distance de quarante pieds, y entrent de trois ou quatre pouces, et pourroient traverser le corps d'un homme ; leurs haches de bois trempées de même tranchent tous les autres bois. On sait d'ailleurs qu'on fait durcir le bois en le passant au feu, qui lui enlève l'humidité qui cause en partie sa mollesse. Ainsi, dans cette trempe à la graisse ou à l'huile sous la cendre chaude, on ne fait que substituer aux parties aqueuses du bois une substance qui lui est plus analogue, et qui en rapproche les fibres de plus près.

L'acier trempé très dur, c'est-à-dire à l'eau froide,

est en même temps très cassant; on ne s'en sert que pour certains ouvrages, et en particulier pour faire des outils qu'on appelle *brunissoirs*, qui, étant d'un acier plus dur que tous les autres aciers, servent à lui donner le dernier poli [1].

Au reste, on ne peut donner le poli vif, brillant, et noir, qu'à l'espèce d'acier qu'on appelle *acier fondu*, et que nous tirons d'Angleterre. Nos artistes ne connoissent pas les moyens de faire cet excellent acier. Ce n'est pas qu'en général il ne soit assez facile de fondre l'acier; j'en ai fait couler à mes fourneaux d'aspiration plus de vingt livres en fusion très parfaite: mais la difficulté consiste à traiter et à forger cet acier fondu; cela demande les plus grandes précautions; car ordinairement il s'éparpille en étincelles au seul

1. On sait que c'est avec de la potée ou chaux d'étain délayée dans de l'esprit-de-vin que l'on polit l'acier; mais les Anglois emploient un autre procédé pour lui donner le poli noir et brillant dont ils font un secret. M. Perret, dont nous venons de parler, paroît avoir découvert ce secret; du moins il est venu à bout de polir l'acier à peu près aussi bien qu'on le polit en Angleterre. Il faut pour cela broyer la potée sur une plaque de fonte de fer bien unie et polie : on se sert d'un brunissoir de bois de noyer sur lequel on colle un morceau de peau de buffle qu'on a précédemment lissé avec la pierre ponce, et qu'on imprègne de potée délayée à l'eau-de-vie. Ce polissoir doit être monté sur une roue de cinq à six pieds de diamètre, pour donner un mouvement plus vif. La matière que M. Perret a trouvé la meilleure pour polir parfaitement l'acier est l'acier lui-même fondu avec du soufre, et ensuite réduit en poudre. M. de Grignon assure que le colcotar retiré du vitriol après la distillation de l'eau-forte est la matière qui donne le plus beau poli noir à l'acier : il faut laver ce colcotar encore chaud plusieurs fois, et le réduire au dernier degré de finesse par la décantation; il faut aussi qu'il soit entièrement dépouillé de ses parties salines, qui formeroient des taches bleuâtres sur le poli. Il paroît que M. Langlois est de nos artistes celui qui a le mieux réussi à donner ce beau poli noir à l'acier.

contact de l'air, et se réduit en poudre sous le marteau.

Dans les fileries, on fait les filières, qui doivent être de la plus grande dureté, avec une sorte d'acier qu'on appelle *acier sauvage* : on le fait fondre, et, au moment qu'il se coagule, on le frappe légèrement avec un marteau à main ; et à mesure qu'il prend du corps, on le chauffe et on le forge en augmentant graduellement la force et la vitesse de la percussion, et on l'achève en le forgeant au martinet. On prétend que c'est par ce procédé que les Anglois forgent leur acier fondu ; et on assure que les Asiatiques travaillent de même leur acier en pain, qui est aussi d'excellente qualité. La fragilité de cet acier fondu est presque égale à celle du verre ; c'est pourquoi il n'est bon que pour certains outils, tels que les rasoirs, les lancettes, etc., qui doivent être très tranchants, et prendre le plus de dureté et le plus beau poli : mais il ne peut servir aux ouvrages qui, comme les lames d'épée, doivent avoir du ressort ; et c'est par cette raison que dans le Levant comme en Europe les lames de sabre et d'épée se font avec un acier mélangé d'un peu d'étoffe de fer, qui lui donne de la souplesse et de l'élasticité.

Les Orientaux ont mieux que nous le petit art de damasquiner l'acier; cela ne se fait pas en y introduisant de l'or ou de l'argent, comme on le croit vulgairement, mais par le seul effet d'une percussion souvent réitérée. M. Gau a fait sur cela plusieurs expériences, dont il a eu la bonté de me communiquer le résultat [1]. Cet habile artiste, qui a porté notre manufac-

1. Monsieur, de retour à Klingenthal, j'ai fait, comme j'ai eu l'honneur de vous le promettre à Montbard, plusieurs épreuves sur l'acier

ture des armes blanches à un grand point de perfection, s'est convaincu avec moi que ce n'est que par le travail du marteau et par la réunion de différents aciers mêlés d'un peu d'étoffe de fer que l'on vient à

pour en fabriquer des lames de sabre et de couteau de chasse de même étoffe et de même qualité que celles de Turquie connues sous le nom de *damas;* les résultats de ces différentes épreuves ont toujours été les mêmes, et je profite de la permission que vous m'avez donnée de vous en rendre compte.

Après avoir fait travailler et préparer une certaine quantité d'acier propre à en faire du damas, j'en ai destiné un tiers à recevoir le double de l'argent que j'y emploie ordinairement; dans le second tiers, j'y ai mis la dose ordinaire, et point d'argent du tout dans le dernier tiers.

J'ai eu l'honneur de vous dire, monsieur, de quelle façon je fais ce mélange de l'argent avec l'acier; j'ai augmenté de précautions pour mieux enfermer l'argent; et comme j'ai commencé mes épreuves par les petites barres ou plaques qui en tenoient le double, en donnant à celles du dessus et du dessous le double d'épaisseur des autres, je les ai fait chauffer au blanc bouillant, et ce n'a été qu'avec une peine infinie que l'ouvrier est venu à bout de les souder ensemble; elles paroissoient à l'intérieur l'être parfaitement, et on ne voyoit point sur l'enclume qu'il en fût sorti de l'argent : la réunion de ces plaques m'a donné un lingot de neuf pouces de long sur un pouce d'épaisseur et autant de largeur.

J'ai ensuite fait remettre au feu ce lingot pour en former une lame de couteau de chasse : c'est dans cette opération, en aplatissant et en allongeant ce lingot, que les défauts de soudure qui étoient dans l'intérieur se sont découverts; et quelque soin que l'ouvrier y ait donné, il n'a pu forger cette lame sans beaucoup de pailles.

J'ai fait recommencer cette opération par quatre fois différentes, et toutes les lames ont été pailleuses sans qu'on ait pu y remédier; ce qui me persuade qu'il y est entré beaucoup d'argent.

Les barres dans lesquelles je n'ai mis que la dose ordinaire d'argent, et dont les plaques du dessus et du dessous n'avoient pas plus d'épaisseur que les autres, ont toutes bien soudé, et ont donné des lames sans pailles; il s'est trouvé sur l'enclume beaucoup d'argent fondu, qui s'y étoit attaché.

A l'égard des barres forgées sans argent, elles ont été soudées sans

bout de damasquiner les lames de sabre, et de leur donner en même temps le tranchant, l'élasticité, et la ténacité nécessaires; il a reconnu comme moi que ni l'or ni l'argent ne peuvent produire cet effet.

aucune difficulté comme de l'acier ordinaire, et elles ont donné de très belles lames. Pour connoître si ces lames sans argent avoient les mêmes qualités, pour le tranchant et la solidité, que celles fabriquées avec de l'argent, j'ai essayé le tranchant de toutes mes forces sur des nœuds de bois de chêne qu'elles ont coupés sans s'ébrécher; j'en ai ensuite mis une à plat entre deux barres de fer sur mon escalier, comme vous l'avez vu faire sur le vôtre, et ce n'a été qu'après l'avoir long-temps tourmentée dans tous les sens que je suis parvenu à la déchirer. J'ai donc trouvé à ces lames le même tranchant et la même ténacité. Il sembleroit, d'après ces épreuves :

1° Que s'il reste de l'argent dans l'acier, il est impossible de le souder dans les endroits où il se trouve.

2° Que lorsqu'on réussit à souder parfaitement des barres où il y a de l'argent, il faut que cet argent, qui est en fusion lorsque l'acier est rouge-blanc, s'en soit échappé aux premiers coups de marteau, soit par les jointures des barres posées les unes sur les autres, soit par les pores alors couverts de l'acier : lorsque les plaques sont plus épaisses, l'argent fondu se répand en partie sur l'enclume, et il est impossible de souder les endroits où il en reste.

3° L'argent ne communique aucune vertu à l'acier, soit pour le tranchant, soit pour la solidité; et l'opinion du public, qui avoit décidé mes recherches, et qui attribue au mélange de l'acier et de l'argent la bonté des lames de Damas en Turquie, est sans fondement, puisqu'en décomposant un morceau vous-même, monsieur, vous n'y avez pas trouvé plus d'argent que dans la lame de même étoffe faite ici, dans laquelle il en étoit cependant entré.

4° Le tranchant étonnant de ces lames et leur solidité ne proviennent, ainsi que les dessins qu'elles présentent, que du mélange des différents aciers qu'on y emploie, et de la façon qu'on les travaille ensemble.

Pour que vous puissiez, monsieur, en juger par vous-même, et rectifier mes idées à ce sujet, j'envoie à mon dépôt de l'Arsenal de Paris, pour vous être remises à leur arrivée :

1° Une des lames forgées avec les lingots où il y avoit le double d'argent, dans laquelle je crois qu'il y en a encore, parce qu'elle n'a

Il me resteroit encore beaucoup de choses à dire sur le travail et sur l'emploi du fer ; je me suis contenté d'en indiquer les principaux objets ; chacun demanderoit un traité particulier ; et l'on pourroit compter plus de cent arts ou métiers tous relatifs au travail de ce métal, en le prenant depuis ses mines jusqu'à sa conversion en acier et sa fabrication en canons de fusil, lames d'épée, ressorts de montre, etc. Je n'ai pu donner ici que la filiation de ces arts, et suivant les rapports naturels qui les font dépendre les uns des autres ; le reste appartient moins à l'histoire de la nature qu'à celle des progrès de notre industrie.

Mais nous ne devons pas oublier de faire mention des principales propriétés du fer et de l'acier, relativement à celles des autres métaux. Le fer, quoique très dur, n'est pas fort dense ; c'est, après l'étain, le plus léger de tous. Le fer commun, pesé dans l'eau, ne perd guère qu'un huitième de son poids, et ne pèse que cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres le pied cube [1]. L'acier pèse cinq cent

pu être bien soudée, et que vous voudrez bien faire décomposer après avoir fait éprouver son tranchant et sa solidité ;

2° Une lame forgée d'un lingot où j'avois mis moitié d'argent, bien soudée, et sur laquelle j'ai fait graver vos armoiries ;

3° Une lame fabriquée d'une barre d'acier travaillé pour damas, dans laquelle il n'est point entré d'argent : vous voudrez bien faire mettre cette lame aux plus fortes épreuves, tant pour le tranchant sur du bois qu'en essayant sa résistance en la forçant entre deux barres de fer.

1. On a écrit et répété partout que le pied cube de fer pèse cinq cent quatre-vingts livres ; mais cette estimation est de beaucoup trop forte. M. Brisson s'est assuré, par des épreuves à la balance hydrostatique, que le fer forgé, non écroui comme écroui, ne pèse également

quarante-huit à cinq cent quarante-neuf livres; et il est toujours spécifiquement un peu plus pesant que le meilleur fer : je dis le meilleur fer ; car en général ce métal est sujet à varier pour la densité, ainsi que pour la ténacité, la dureté, l'élasticité, et il paroît n'avoir aucune propriété absolue que celle d'être attirable à l'aimant ; encore cette qualité magnétique est-elle beaucoup plus grande dans l'acier et dans certains fers que dans d'autres : elle augmente aussi dans certaines circonstances, et diminue dans d'autres ; et cependant cette propriété d'être attirable à l'aimant paroît appartenir au fer, à l'exclusion de toute autre matière, car nous ne connoissons dans la nature aucun métal, aucune autre substance pure qui ait cette qualité magnétique, et qui puisse même l'acquérir par notre art : rien au contraire ne peut la faire perdre au fer, tant qu'il existe dans son état de métal ; et non seulement il est toujours attirable par l'aimant, mais il peut lui-même devenir aimant ; et lorsqu'il est une fois aimanté, il attire l'autre fer avec autant de force que l'aimant même [1].

De tous les métaux, après l'or, le fer est celui dont la ténacité est la plus grande ; selon Muschenbroeck, un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre peut soutenir un poids de quatre cent cinquante livres sans se rompre : mais j'ai reconnu par ma propre expérience qu'il y a une énorme différence entre la téna-

que cinq cent quarante-cinq livres deux ou trois onces le pied cube, et que le pied cube d'acier pèse cinq cent quarante huit livres : on s'étoit donc trompé de trente-cinq livres en estimant cinq cent quatre-vingts livres le poids d'un pied cube de fer.

1 Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

cité du bon et du mauvais fer [1]; et quoiqu'on choisisse le meilleur pour le passer à la filière, on trouvera encore des différences dans la ténacité des différents fils de fer de même grosseur; et l'on observera généralement que plus le fil de fer sera fin, plus la ténacité sera grande à proportion.

Nous avons vu qu'il faut un feu très violent pour fondre le fer forgé, et qu'en même temps qu'il se fond il se brûle, et se calcine en partie, et d'autant plus que la chaleur est plus forte; en le fondant au foyer d'un miroir ardent, on le voit bouillonner, brûler, jeter une flamme assez sensible, et se changer en mâchefer : cette scorie conserve la qualité magnétique du fer après avoir perdu toutes les autres propriétés de ce métal.

Tous les acides minéraux et végétaux agissent plus ou moins sur le fer et l'acier : l'air, qui, dans son état ordinaire, est toujours chargé d'humidité, les réduit en rouille; l'air sec ne les attendrit pas de même et ne fait qu'en ternir la surface : l'eau la ternit davantage et la noircit à la longue; elle en divise et sépare les parties constituantes; et l'on peut avec de l'eau pure réduire ce métal en poudre très fine [2], laquelle néanmoins est encore du fer dans son état de métal, car elle est attirable à l'aimant et se dissout comme le fer dans tous les acides. Ainsi ni l'eau ni l'air seuls

1. Voyez le *Mémoire sur la ténacité du fer,* tome III, page 385.

2. Prenez de la limaille de fer nette et brillante, mettez-la dans un vase, versez assez d'eau dessus pour la couvrir d'un pouce ou deux; faites-la remuer avec une spatule de fer jusqu'à ce qu'elle soit réduite en poudre si fine, qu'elle reste suspendue à la surface de l'eau : cette poudre est encore du vrai fer très attirable à l'aimant.

n'ôtent au fer sa qualité magnétique ; il faut le concours de ces deux éléments, ou plutôt l'action de l'acide aérien, pour le réduire en rouille qui n'est plus attirable à l'aimant.

L'acide nitreux dévore le fer autant qu'il le dissout ; il le saisit d'abord avec la plus grande violence ; et lors même que cet acide en est pleinement saturé, son activité ne se ralentit pas : il dissout le nouveau fer qu'on lui présente, en laissant précipiter le premier.

L'acide vitriolique, même affoibli, dissout aussi le fer avec effervescence et chaleur, et les vapeurs qui s'élèvent de cette dissolution sont très inflammables. En la faisant évaporer et la laissant refroidir, on obtient des cristaux vitrioliques verts, qui sont connus sous le nom de *couperose* [1].

L'acide marin dissout très bien le fer, et l'eau régale encore mieux. Ces acides nitreux et marin, soit séparément, soit conjointement, forment avec le fer des sels qui, quoique métalliques, sont déliquescents ; mais dans quelque acide que le fer soit dissous, on peut toujours l'en séparer par le moyen des alcalis ou des terres calcaires : on peut aussi le précipiter par le zinc, etc.

Le soufre, qui fait fondre le fer rouge en un instant, est plutôt le destructeur que le dissolvant de ce métal ; il en change la nature et le réduit en pyrite. La force d'affinité entre le soufre et le fer est si grande, qu'ils agissent violemment l'un sur l'autre même sans le secours du feu ; car, dans cet état de

1. Voyez ci-devant l'article du *Vitriol*.

pyrite, ils produisent eux-mêmes de la chaleur et du feu, à l'aide seulement d'un peu d'humidité.

De quelque manière que le fer soit dissous ou décomposé, il paroît que ses précipités et ses chaux en safran, en ocre, en rouille, etc., sont tous colorés de jaune, de rougeâtre ou de brun : aussi emploie-t-on ces chaux de fer pour la peinture à l'huile et pour les émaux.

Enfin le fer peut s'allier avec tous les autres métaux, à l'exception du plomb et du mercure. Suivant M. Gellert, les affinités du fer sont dans l'ordre suivant : l'or, l'argent, le cuivre ; et, suivant M. Geoffroi, le régule d'antimoine, l'argent, le cuivre et le plomb. Mais ce dernier chimiste devoit exclure le plomb et ne pas oublier l'or, avec lequel le fer a plus d'affinité qu'avec aucun autre métal ; nous verrons même que ces deux métaux, le fer et l'or, se trouvent quelquefois si intimement unis par des accidents de nature, que notre art ne peut les séparer l'un de l'autre [1].

DE L'OR.

Autant nous avons vu le fer subir de transformations et prendre d'états différents, soit par les causes naturelles, soit par les effets de notre art, autant l'or nous paroîtra fixe, immuable et constamment le

1. Voyez ci-après l'article de la *Platine*.

même sous notre main comme sous celle de la nature. C'est de toutes les matières du globe la plus pesante, la plus inaltérable, la plus tenace, la plus extensible; et c'est par la réunion de ces caractères prééminents que, dans tous les temps, l'or a été regardé comme le métal le plus parfait et le plus précieux : il est devenu le signe universel et constant de la valeur de toute autre matière, par un consentement unanime et tacite de tous les peuples policés. Comme il peut se diviser à l'infini sans rien perdre de son essence, et même sans subir la moindre altération, il se trouve disséminé sur la surface entière du globe, mais en molécules si ténues, que sa présence n'est pas sensible. Toute la couche de la terre qui recouvre le globe en contient, mais c'est en si petite quantité, qu'on ne l'aperçoit pas et qu'on ne peut le recueillir : il est plus apparent, quoique encore en très petite quantité, dans les sables entraînés par les eaux et détachés de la masse des rochers qui le recèlent; on le voit quelquefois briller dans ces sables, dont il est aisé de le séparer par des lotions réitérées. Ces paillettes charriées par les eaux, ainsi que toutes les autres particules de l'or qui sont disséminées sur la terre, proviennent également des mines primordiales de ce métal. Ces mines gisent dans les fentes du quartz, où elles se sont établies peu de temps après la consolidation du globe : souvent l'or y est mêlé avec d'autres métaux, sans en être altéré; presque toujours il est allié d'argent, et néanmoins il conserve sa nature dans le mélange, tandis que les autres métaux, corrompus et minéralisés, ont perdu leur première forme avant de voir le jour, et ne peuvent ensuite la reprendre

que par le travail de nos mains : l'or, au contraire, vrai métal de nature, a été formé tel qu'il est; il a été fondu ou sublimé par l'action du feu primitif, et s'est établi sous la forme qu'il conserve encore aujourd'hui; il n'a subi d'autre altération que celle d'une division presque infinie, car il ne se présente nulle part sous une forme minéralisée : on peut même dire que, pour minéraliser l'or, il faudroit un concours de circonstances qui ne se trouvent peut-être pas dans la nature, et qui lui feroient perdre ses qualités les plus essentielles; car il ne pourroit prendre cette forme minéralisée qu'en passant auparavant par l'état de précipité; ce qui suppose précédemment sa dissolution par la réunion des acides nitreux et marin : et ces précipités de l'or ne conservent pas les grandes propriétés de ce métal; ils ne sont plus inaltérables, et ils peuvent être dissous par les acides simples. Ce n'est donc que sous cette forme de précipité que l'or pourroit être minéralisé; et comme il faut la réunion de l'acide nitreux et de l'acide marin pour en faire la dissolution, et ensuite un alcali ou une matière métallique pour opérer le précipité, ce seroit par le plus grand des hasards que ces combinaisons se trouveroient réunies dans le sein de la terre, et que ce métal pourroit être dans un état de minéralisation naturelle.

L'or ne s'est établi sur le globe que quelque temps après sa consolidation, et même après l'établissement du fer, parce qu'il ne peut pas supporter un aussi grand degré de feu sans se sublimer ou se fondre : aussi ne s'est-il point incorporé dans la matière vitreuse; il a seulement rempli les fentes du quartz,

qui toujours lui sert de gangue : l'or s'y trouve dans son état de nature, et sans autre caractère que celui d'un métal fondu ; ensuite il s'est sublimé par la continuité de cette première chaleur du globe, et il s'est répandu sur la superficie de la terre en atomes impalpables et presque imperceptibles.

Les premiers dépôts ou mines primitives de cette matière précieuse ont donc dû perdre de leur masse et diminuer de quantité, tant que le globe a conservé assez de chaleur pour en opérer la sublimation ; et cette perte continuelle, pendant les premiers siècles de la grande chaleur du globe, a peut-être contribué, plus qu'aucune autre cause, à la rareté de ce métal, et à sa dissémination universelle en atomes infiniment petits : je dis universelle, parce qu'il y a peu de matières à la surface de la terre qui n'en contiennent une petite quantité ; les chimistes en ont trouvé dans la terre végétale, et dans toutes les autres terres qu'ils ont mises à l'épreuve [1].

Au reste, ce métal, le plus dense de tous, est en même temps celui que la nature a produit en plus petite quantité. Tout ce qui est extrême est rare, par la raison même qu'il est extrême : l'or pour la densité, le diamant pour la dureté, le mercure pour la volatilité, étant extrêmes en qualité, sont rares en quantité. Mais pour ne parler ici que de l'or, nous observerons d'abord que quoique la nature paroisse

1. L'or trouvé par nos chimistes récents dans la terre végétale est une preuve de la dissémination universelle de ce métal, et ce fait paroît avoir été connu précédemment; car Boerhaave parle d'un programme présenté aux états-généraux sous ce titre : *De arte extrahendi aurum è qualibet terra arvensi.*

nous le présenter sous différentes formes, toutes néanmoins ne diffèrent les unes des autres que par la quantité, et jamais par la qualité, parce que ni le feu, ni l'eau, ni l'air, ni même tous ces éléments combinés, n'altèrent pas son essence, et que les acides simples, qui détruisent les autres métaux, ne peuvent l'entamer[1].

En général, on trouve l'or dans quatre états différents, tous relatifs à sa seule divisibilité; savoir, en poudre, en paillettes, en grains, et en filets séparés ou conglomérés. Les mines primordiales de ce métal sont dans les hautes montagnes, et forment des filons dans le quartz jusqu'à d'assez grandes profondeurs; elles se sont établies dans les fentes perpendiculaires de cette roche quartzeuse, et l'or y est toujours allié

1. M. Tillet, savant physicien de l'Académie des Sciences, s'est assuré que l'acide nitreux, rectifié autant qu'il est possible, ne dissout pas un seul atome de l'or qu'on lui présente. A la vérité, l'eau-forte ordinaire semble attaquer un peu les feuilles d'or par une opération forcée, en faisant bouillir, par exemple, quatre ou cinq onces de cet acide sur un demi-gros d'or pur réduit en une lame très mince, jusqu'à ce que toute la liqueur soit réduite au poids de quelques gros : alors la petite quantité d'acide qui reste se trouve chargée de quelques particules d'or; mais le métal y est dans l'état de suspension, et non pas véritablement dissous, puisqu'au bout de quelque temps il se précipite au fond du flacon, quoique bien bouché, ou bien il surnage à la surface de la liqueur avec son brillant métallique, au lieu que, dans une véritable dissolution, telle qu'on l'opère par l'eau régale, la combinaison du métal est si parfaite avec les deux acides réunis, qu'il ne les quitte jamais de lui-même. D'après ce rapport de M. Tillet, il est aisé de concevoir que l'acide nitreux, forcé d'agir par la chaleur, n'agit ici que comme un corps qui en frotteroit un autre, et en détacheroit par conséquent quelques particules, et dès lors on peut assurer que cet acide ne peut ni dissoudre ni même attaquer l'or par ses propres forces.

d'une plus ou moins grande quantité d'argent : ces deux métaux y sont simplement mélangés et font masse commune ; ils sont ordinairement incrustés en filets ou en lames dans la pierre vitreuse, et quelquefois ils s'y trouvent en masses et en faisceaux conglomérés. C'est à quelque distance de ces mines primordiales que se trouve l'or en petites masses, en grains, en pépites, etc. ; et c'est dans les ravines des montagnes qui en recèlent les mines qu'on le recueille en plus grande quantité : on le trouve aussi en paillettes et en poudre dans les sables que roulent les torrents et les rivières qui descendent de ces mêmes montagnes, et souvent cette poudre d'or est dispersée et disséminée sur les bords de ces ruisseaux et dans les terres adjacentes[1]. Mais soit en poudre, en paillettes, en grains, en filets ou en masses, l'or de chaque lieu est toujours de la même essence, et ne diffère que par le degré de pureté : plus il est divisé, plus il est pur ; en sorte que s'il est à vingt karats dans sa mine en montagne, les poudres et les paillettes qui en proviennent sont souvent à vingt-deux et vingt-trois karats, parce que, en se divisant, ce métal s'est épuré et purgé d'une partie de son alliage naturel. Au reste, ces paillettes et ces grains, qui ne sont que des débris des mines primordiales, et qui ont subi tant de mouvements, de chocs et de rencontres d'autres matières, n'en ont rien souffert qu'une plus grande division ; elles ne sont jamais intérieurement altérées, quoique souvent recouvertes à l'extérieur de matières étrangères.

L'or le plus fin, c'est-à-dire le plus épuré par notre

1. Wallerius compte douze sortes d'or dans les sables ; mais ces douze sortes doivent se réduire à une seule, parce qu'elles ne diffè-

art, est, comme l'on sait, à vingt-quatre karats : mais l'on n'a jamais trouvé d'or à ce titre dans le sein de la terre, et dans plusieurs mines il n'est qu'à vingt et même à seize et quatorze karats, en sorte qu'il contient souvent un quart et même un tiers de mélange; et cette matière étrangère qui se trouve originairement alliée avec l'or est une portion d'argent, lequel, quoique beaucoup moins dense et par conséquent moins divisible que l'or, se réduit néanmoins en molécules très ténues. L'argent est, comme l'or, inaltérable, inaccessible aux efforts des éléments humides, dont l'action détruit tous les autres métaux; et c'est par cette prérogative de l'or et de l'argent qu'on les a toujours regardés comme des métaux parfaits, et que le cuivre, le plomb, l'étain, et le fer, qui sont tous sujets à plus ou moins d'altération par l'impression des agents extérieurs, sont des métaux imparfaits en comparaison des deux premiers. L'or se trouve donc allié d'argent, même dans sa mine la plus riche et sur sa gangue quartzeuse; ces deux métaux, presque aussi parfaits, aussi purs l'un que l'autre, n'en sont que plus intimement unis : le haut ou bas aloi de l'or natif dépend donc principalement de la petite ou grande quantité d'argent qu'il contient. Ce n'est pas que l'or ne soit aussi quelquefois mêlé de cuivre et d'autres substances métalliques[1] : mais ces mélanges ne sont, pour ainsi dire, qu'extérieurs; et, à l'ex-

rent les unes des autres que par la couleur, la grosseur, ou la figure, et qu'au fond c'est toujours le même or.

1. Par exemple, l'or de Guinée, de Sofala, de Malaca, contient du cuivre et très peu d'argent, et le cuivre des mines de Coquimbo au Pérou contient, à ce qu'on dit, de l'or sans aucun mélange d'argent.

ception de l'argent, l'or n'est point allié, mais seulement contenu et disséminé dans toutes les autres matières métalliques ou terreuses.

On seroit porté à croire, vu l'affinité apparente de l'or avec le mercure et leur forte attraction mutuelle, qu'ils devroient se trouver assez souvent amalgamés ensemble; cependant rien n'est plus rare, et à peine y a-t-il un exemple d'une mine où l'on ait trouvé l'or pénétré de ce minéral fluide. Il me semble qu'on peut en donner la raison d'après ma théorie; car, quelque affinité qu'il y ait entre l'or et le mercure, il est certain que la fixité de l'un et la grande volatilité de l'autre ne leur ont guère permis de s'établir en même temps ni dans les mêmes lieux, et que ce n'est que par des hasards postérieurs à leur établissement primitif, et par des circonstances très particulières, qu'ils ont pu se trouver mélangés.

L'or répandu dans les sables, soit en poudre, en paillettes ou en grains plus ou moins gros, et qui provient du débris des mines primitives, loin d'avoir rien perdu de son essence, a donc encore acquis de la pureté. Les sels acides, alcalins et arsenicaux, qui rongent toutes les substances métalliques, ne peuvent entamer celle de l'or. Ainsi, dès que les eaux ont commencé de détacher et d'entraîner les minerais des différents métaux, tous auront été altérés, dissous, détruits par l'action de ces sels; l'or seul a conservé son essence intacte, et il a même défendu celle de l'argent, lorsqu'il s'y est trouvé mêlé en suffisante quantité.

L'argent, quoique aussi parfait que l'or à plusieurs égards, ne se trouve pas aussi communément en pou-

dre ou en paillettes dans les sables et les terres. D'où peut provenir cette différence, à laquelle il me semble qu'on n'a pas fait assez d'attention ? Pourquoi les terrains au pied des montagnes à mines sont-ils semés de poudre d'or? pourquoi les torrents qui s'en écoulent roulent-ils des paillettes et des grains de ce métal, et que l'on trouve si peu de poudre, de paillettes ou de grains d'argent dans ces mêmes sables, quoique les mines d'où découlent ces eaux contiennent souvent beaucoup plus d'argent que d'or? N'est-ce pas une preuve que l'argent a été détruit avant de pouvoir se réduire en paillettes, et que les sels de l'air, de la terre, et des eaux, l'ont saisi, dissous, dès qu'il s'est trouvé réduit en petites parcelles, au lieu que ces mêmes sels ne pouvant attaquer l'or, sa substance est demeurée intacte lors même qu'il s'est réduit en poudre ou en atomes impalpables ?

En considérant les propriétés générales et particulières de l'or, on a d'abord vu qu'il étoit le plus pesant et par conséquent le plus dense des métaux [1], qui

1. La densité de l'or a été bien déterminée par M. Brisson, de l'Académie des Sciences. L'eau distillée étant supposée peser 1000 livres, il a vu que l'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse 19258 1 livres 12 onces 3 gros 62 grains, et que par conséquent un pied cube de cet or pur pèseroit 1348 livres 1 once 0 gros 61 grains; et que ce même or à 24 karats, fondu et battu, pèse relativement à l'eau 19361 7 livres 12 onces 4 gros 28 grains, en sorte que le pied cube de cet or pèseroit 1355 livres 5 onces 0 gros 60 grains. L'or des ducats de Hollande approche de très près ce degré de pureté ; car la pesanteur spécifique de ces ducats est de 193519 livres 12 onces 4 gros 25 grains, ce qui donne 1364 livres 10 onces 1 gros 2 grains pour le poids d'un pied cube de cet or. J'observerai que pour avoir au juste les pesanteurs spécifiques de toutes les matières, il faut non seulement se servir d'eau distillée, mais que pour connoître exactement le poids de cette eau, il faudroit en faire

sont eux-mêmes les substances les plus pesantes de toutes les matières terrestres. Rien ne peut altérer ou

distiller une assez grande quantité, par exemple, assez pour remplir un vaisseau cubique d'un pied de capacité, peser ensuite le tout, et déduire la tare du vaisseau; cela seroit plus juste que si l'on n'employoit qu'un vaisseau de quelques pouces cubiques de capacité : il faudroit aussi que le métal fût absolument pur, ce qui n'est peut-être pas possible, mais au moins le plus pur qu'il se pourra. Je me suis beaucoup servi d'un globe d'or raffiné avec soin, d'un pouce de diamètre, pour mes expériences sur le progrès de la chaleur dans les corps; et en le pesant dans l'eau commune, j'ai vu qu'il ne perdoit pas $^1/_{19}$ de son poids : mais probablement cette eau étoit bien plus pesante que l'eau distillée. Je suis donc très satisfait qu'un de nos habiles physiciens ait déterminé plus précisément cette densité de l'or à 24 karats, qui, comme l'on voit, augmente de poids par la percussion : mais étoit-il bien assuré que cet or fût absolument pur? il est presque impossible d'en séparer en entier l'argent que la nature y a mêlé; et d'ailleurs la pesanteur de l'eau même distillée varie avec la température de l'atmosphère, et cela laisse encore quelque incertitude sur la mesure exacte de la densité de ce métal précieux. Ayant sur cela communiqué mes doutes à M. de Morveau, il a pris la peine de s'assurer qu'un pied cube d'eau distillée pèse 71 livres 7 onces 5 gros 8 grains et $^1/_{24}$ de grain, l'air étant à la température de 12 degrés. L'eau, comme l'on sait, pèse plus ou moins, suivant qu'il fait plus froid ou plus chaud, et les différences qu'on a trouvées dans la densité des différentes matières soumises à l'épreuve de la balance hydrostatique viennent non seulement du poids absolu de l'eau à laquelle on les compare, mais encore du degré de la chaleur actuelle de ce liquide : et c'est par cette raison qu'il faut un degré fixe, tel que la température de 12 degrés, pour que le résultat de la comparaison soit juste. Un pied cube d'eau distillée pesant donc toujours à la température de 12 degrés 71 livres 7 onces 5 gros 8 $^1/_{24}$ grains, il est certain que si l'or perd dans l'eau $^1/_{19}$ de son poids, le pied cube de ce métal pèse 1358 livres 1 once 1 gros 8 $^{19}/_{29}$ grains, et je crois cette estimation trop forte; car, comme je viens de le dire, le globe d'or très fin, d'un pouce de diamètre, dont je me suis servi, ne perdoit pas $^1/_{19}$ de son poids dans de l'eau qui n'étoit pas distillée, et par conséquent il se pourroit que dans l'eau distillée il n'eût perdu que $^1/_{18}$ $^3/_4$, et dans ce cas ($^1/_{18}$ $^3/_4$) le pied cube d'or ne pèseroit réellement que 1340 livres 9 onces 2 gros 25 grains : il me

changer dans l'or cette qualité prééminente. On peut dire qu'en général la densité constitue l'essence réelle de toute matière brute, et que cette première propriété fixe en même temps nos idées sur la proportion de la quantité de l'espace à celle de la matière sous un volume donné. L'or est le terme extrême de cette proportion, toute autre substance occupant plus d'espace; il est donc la matière par excellence, c'est-à-dire la substance qui de toutes est la plus matière; et néanmoins ce corps si dense et si compacte, cette matière dont les parties sont si rapprochées, si serrées, contient peut-être encore plus de vide que de plein, et par conséquent nous démontre qu'il n'y a point de matière sans pores, que le contact des atomes matériels n'est jamais absolu ni complet, qu'enfin il n'existe aucune substance qui soit pleinement matérielle, et dans laquelle le vide ou l'espace ne soit interposé, et n'occupe autant et plus de place que la matière même.

Mais, dans toute matière solide, ces atomes matériels sont assez voisins pour se trouver dans la sphère de leur attraction mutuelle, et c'est en quoi consiste la ténacité de toute matière solide; les atomes de même nature sont ceux qui se réunissent de plus près : ainsi la ténacité dépend en partie de l'homogénéité. Cette vérité peut se démontrer par l'expérience; car tout

paroît donc qu'on a exagéré la densité de l'or en assurant qu'il perd dans l'eau plus de $^1/_{19}$ de son poids, et que c'est tout au plus s'il perd $^1/_{19}$, auquel cas le pied cube pèseroit 1358 livres. Ceux qui assurent qu'il n'en pèse que 1348, et qui disent en même temps qu'il perd dans l'eau entre $^1/_{19}$ et $^1/_{20}$ de son poids, ne se sont pas aperçus que ces deux résultats sont démentis l'un par l'autre.

alliage diminue ou détruit la ténacité des métaux : celle de l'or est si forte, qu'un fil de ce métal, d'un dixième de pouce de diamètre, peut porter, avant de se rompre, cinq cents livres de poids ; aucune autre matière métallique ou terreuse ne peut en supporter autant.

La divisibilité et la ductilité ne sont que des qualités secondaires qui dépendent en partie de la densité et en partie de la ténacité ou de la liaison des parties constituantes. L'or, qui, sous un même volume, contient plus du double de matière que le cuivre, sera par cela seul une fois plus divisible ; et comme les parties intégrantes de l'or sont plus voisines les unes des autres que dans toute autre substance, sa ductilité est aussi la plus grande, et surpasse celle des autres métaux dans une proportion bien plus grande que celle de la densité ou de la ténacité, parce que la ductilité, qui est le produit de ces deux causes, n'est pas en rapport simple à l'une ou à l'autre de ces qualités, mais en raison composée des deux. La ductilité sera donc relative à la densité multipliée par la ténacité ; et c'est ce qui, dans l'or, rend cette ductilité encore plus grande à proportion que dans tout autre métal.

Cependant la forte ténacité de l'or, et sa ductilité encore plus grande, ne sont pas des propriétés aussi essentielles que sa densité ; elles en dérivent et ont leur plein effet tant que rien n'intercepte la liaison des parties constituantes, tant que l'homogénéité subsiste, et qu'aucune force ou matière étrangère ne change la position de ces mêmes parties : mais ces deux qualités, qu'on croiroit essentielles à l'or, se perdent dès que sa substance subit quelque dérangement dans son intérieur ; un grain d'arsenic ou d'étain jeté sur un

marc d'or en fonte, ou même leur vapeur, suffit pour altérer toute cette quantité d'or, et le rend aussi fragile qu'il étoit auparavant tenace et ductile. Quelques chimistes ont prétendu qu'il perd de même sa ductilité par les matières inflammables, par exemple lorsque, étant en fusion, il est immédiatement exposé à la vapeur du charbon; mais je ne crois pas que cette opinion soit fondée.

L'or perd aussi sa ductilité par la percussion; il s'écrouit, devient cassant, sans addition ni mélange d'aucune matière ni vapeur, mais par le seul dérangement de ses parties intégrantes : ainsi ce métal, qui de tous est le plus ductile, n'en perd pas moins aisément sa ductilité; ce qui prouve que ce n'est point une propriété essentielle et constante à la matière métallique, mais seulement une qualité relative aux différents états où elle se trouve, puisqu'on peut lui ôter par l'écrouissement et lui rendre par le recuit au feu cette qualité ductile alternativement, et autant de fois qu'on le juge à propos. Au reste, M. Brisson, de l'Académie des Sciences, a reconnu, par des expériences très bien faites, qu'en même temps que l'écrouissement diminue la ductilité des métaux, il augmente leur densité, qu'ils deviennent par conséquent d'une plus grande pesanteur spécifique, et que cet excédant de densité s'évanouit par le recuit.

La fixité au feu, qu'on regarde encore comme une des propriétés essentielles de l'or, n'est pas aussi absolue ni même aussi grande qu'on le croit vulgairement, d'après les expériences de Boyle et de Kunckel; ils ont, disent-ils, tenu pendant quelques semaines de l'or en fusion sans aucune perte sur son poids:

cependant je suis assuré, par des expériences faites dès l'année 1747 [1], à mon miroir de réflexion, que l'or fume et se sublime en vapeurs, même avant de se fondre; on sait d'ailleurs qu'au moment que ce métal devient rouge, et qu'il est sur le point d'entrer en fusion, il s'élève à sa surface une petite flamme d'un vert léger : et M. Macquer, notre savant professeur de chimie, a suivi les progrès de l'or en fonte au foyer d'un miroir réfringent, et a reconnu de même qu'il continuoit de fumer et de s'exhaler en vapeur; il a démontré que cette vapeur étoit métallique, qu'elle saisissoit et doroit l'argent ou les autres matières qu'on tenoit au dessus de cet or fumant. Il n'est donc pas douteux que l'or ne se sublime en vapeurs métalliques, non seulement après, mais même avant sa fonte au foyer des miroirs ardents : ainsi ce n'est pas la très grande violence de ce feu du soleil qui produit cet effet, puisque la sublimation s'opère à un degré de chaleur assez médiocre, et avant que ce métal entre en fusion : dès lors, si les expériences de Boyle et de Kunckel sont exactes, l'on sera forcé de convenir que l'effet de notre feu sur l'or n'est pas le même que celui du feu solaire, et que s'il ne perd rien au premier, il peut perdre beaucoup et peut-être tout au second. Mais je ne puis m'empêcher de douter de la réalité de cette différence d'effet du feu solaire et de nos feux, et je présume que ces expériences de Boyle et de Kunckel n'ont pas été suivies avec assez de précision pour en conclure que l'or est absolument fixe au feu de nos fourneaux.

1. Voyez les Mémoires sur les *Miroirs ardents*.

L'opacité est encore une de ces qualités qu'on donne à l'or par excellence au dessus de toute autre matière; elle dépend, dit-on, de la *grande densité de ce métal : la feuille d'or la plus mince ne laisse passer de la lumière que par les gerçures accidentelles qui s'y trouvent.* Si cela étoit, les matières les plus denses seroient toujours les plus opaques; mais souvent on observe le contraire, et l'on connoît des matières très légères qui sont entièrement opaques, et des matières pesantes qui sont transparentes. D'ailleurs les feuilles de l'or battu laissent non seulement passer de la lumière par leurs gerçures accidentelles, mais à travers leurs pores; et Boyle a, ce me semble, observé le premier que cette lumière qui traverse l'or est bleue : or les rayons bleus sont les plus petits atomes de la lumière solaire; ceux des rayons rouges et jaunes sont les plus gros; et c'est peut-être par cette raison que les bleus peuvent passer à travers l'or réduit en feuilles, tandis que les autres, qui sont plus gros, ne sont point admis ou sont tous réfléchis; et cette lumière bleue étant uniformément apparente sur toute l'étendue de la feuille, on ne peut douter qu'elle n'ait passé par ses pores et non par les gerçures. Ceci n'a rapport qu'à l'effet; mais pour la cause, si l'opacité, qui est le contraire de la transparence, ne dépendoit que de la densité, l'or seroit certainement le corps le plus opaque, comme l'air est le plus transparent : mais combien n'y a-t-il pas d'exemples du contraire? Le cristal de roche, si transparent, n'est-il pas plus dense que la plupart des terres ou pierres opaques? et si l'on attribue la transparence à l'homogénéité, l'or, dont les parties paroissent être

homogènes, ne devroit-il pas être très transparent? Il me semble donc que l'opacité ne dépend ni de la densité de la matière ni de l'homogénéité de ses parties, et que la première cause de la transparence est la disposition régulière des parties constituantes et des pores; que quand ces mêmes parties se trouvent disposées en formes régulières, et posées de manière à laisser entre elles des vides situés dans la même direction, alors la matière doit être transparente, et qu'elle est au contraire nécessairement opaque dès que les pores ne sont pas situés dans des directions correspondantes.

Et cette disposition qui fait la transparence s'oppose à la ténacité : aussi les corps transparents sont en général plus friables que les corps opaques; et l'or, dont les parties sont fort homogènes et la ténacité très grande, n'a pas ses parties ainsi disposées : on voit en le rompant qu'elles sont pour ainsi dire engrenées les unes dans les autres; elles présentent au microscope de petits angles prismatiques, saillants et rentrants. C'est donc de cette disposition de ses parties constituantes que l'or tient sa grande opacité, qui du reste ne paroît en effet si grande que parce que sa densité permet d'étendre en une surface immense une très petite masse, et que la feuille d'or, quelque mince qu'elle soit, est toujours plus dense que toute autre matière. Cependant cette disposition des vides ou pores dans les corps n'est pas la seule cause qui puisse produire la transparence; le corps transparent n'est, dans ce premier cas, qu'un crible par lequel peut passer la lumière : mais lorsque les vides sont très petits, la lumière est quelquefois repoussée

au lieu d'être admise; il faut qu'il y ait attraction entre les parties de la matière et les atomes de la lumière pour qu'ils la pénètrent, car l'on ne doit pas considérer ici les pores comme des gerçures ou des trous, mais comme des interstices d'autant plus petits et plus serrés que la matière est plus dense; or si les rayons de lumière n'ont point d'affinité avec le corps sur lequel ils tombent, ils seront réfléchis et ne le pénètreront pas. L'huile dont on humecte le papier pour le rendre transparent en remplit et bouche en même temps les pores : elle ne produit donc la transparence que parce qu'elle donne au papier plus d'affinité qu'il n'en avait avec la lumière, et l'on pourroit démontrer par plusieurs autres exemples l'effet de cette attraction de transmission de la lumière, ou des autres fluides, dans les corps solides; et peut-être l'or, dont la feuille mince laisse passer les rayons bleus de la lumière à l'exclusion de tous les autres rayons, a-t-il plus d'affinité avec ces rayons bleus, qui dès lors sont admis, tandis que les autres sont tous repoussés.

Toutes les restrictions que nous venons de faire sur la fixité, la ductilité, et l'opacité de l'or, qu'on a regardées comme des propriétés trop absolues, n'empêchent pas qu'il n'ait au plus haut degré toutes les qualités qui caractérisent la noble substance du plus parfait métal; car il faut encore ajouter à sa prééminence en densité et en ténacité celle d'une essence indestructible et d'une durée presque éternelle. Il est inaltérable, ou du moins plus durable, plus impassible qu'aucune autre substance; il oppose une résistance invincible à l'action des éléments humides, à celle du soufre et des acides les plus puissants, et des sels les

plus corrosifs : néanmoins nous avons trouvé par notre art non seulement les moyens de le dissoudre, mais encore ceux de le dépouiller de la plupart de ses qualités; et si la nature n'en a pas fait autant, c'est que la main de l'homme, conduite par l'esprit, a souvent plus fait qu'elle : et sans sortir de notre sujet, nous verrons que l'or dissous, l'or précipité, l'or fulminant, etc., ne se trouvant pas dans la nature, ce sont autant de combinaisons nouvelles, toutes résultant de notre intelligence. Ce n'est pas qu'il soit physiquement impossible qu'il y ait dans le sein de la terre de l'or dissous, précipité, et minéralisé, puisque nous pouvons le dissoudre et le précipiter de sa dissolution, et puisque dans cet état de précipité il peut être saisi par les acides simples comme les autres métaux, et se montrer par conséquent sous une forme minéralisée; mais comme cette dissolution suppose la réunion de deux acides, et que ce précipité ne peut s'opérer que par une troisième combinaison, il n'est pas étonnant qu'on ne trouve que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre [1], tandis que tous les autres métaux se présentent presque toujours sous cette forme, qu'ils reçoivent d'autant plus aisément qu'ils sont plus susceptibles d'être attaqués par les sels de la terre et par les impressions des éléments humides.

On n'a jamais trouvé de précipités d'or, ni d'or fulminant, dans le sein de la terre : la raison en devien-

1. L'or est minéralisé, dit-on, dans la mine de *Najac;* on prétend aussi que le *zinopel* ou *sinople* provient de la décomposition de l'or faite par la nature, sous la forme d'une terre ou chaux couleur de pourpre : mais je doute que ces faits soient bien constatés.

dra sensible si l'on considère en particulier chacune des combinaisons nécessaires pour produire ces précipités : d'abord on ne peut dissoudre l'or que par deux puissances réunies et combinées, l'acide nitreux avec l'acide marin, ou le soufre avec l'alcali ; et la réunion de ces deux substances actives doit être très rare dans la nature, puisque les acides et les alcalis, tels que nous les employons, sont eux-mêmes des produits de notre art, et que le soufre natif n'est aussi qu'un produit des volcans. Ces raisons sont les mêmes et encore plus fortes pour les précipités d'or ; car il faut une troisième combinaison pour le tirer de sa dissolution, au moyen du mélange de quelque autre matière avec laquelle le dissolvant ait plus d'affinité qu'avec l'or; et ensuite, pour que ce précipité puisse acquérir la propriété fulminante, il faut encore choisir une matière entre toutes les autres qui peuvent également précipiter l'or de sa dissolution : cette matière est l'alcali volatil, sans lequel il ne peut devenir fulminant; cet alcali volatil est le seul intermède qui dégage subitement l'air et cause la fulmination; car s'il n'est point entré d'alcali volatil dans la dissolution de l'or, et qu'on le précipite avec l'alcali fixe ou toute autre matière, il ne sera pas fulminant : enfin il faut encore communiquer une assez forte chaleur pour qu'il exerce cette action fulminante : or toutes ces conditions réunies ne peuvent se rencontrer dans le sein de la terre, et dès lors il est sûr qu'on n'y trouvera jamais de l'or fulminant. On sait que l'explosion de cet or fulminant est beaucoup plus violente que celle de la poudre à canon, et qu'elle pourroit produire des effets encore plus terribles, et même

s'exercer d'une manière plus insidieuse, parce qu'il ne faut ni feu ni même une étincelle, et que la chaleur seule, produite par un frottement assez léger, suffit pour causer une explosion subite et foudroyante.

On a, ce me semble, vainement tenté l'explication de ce phénomène prodigieux; cependant, en faisant attention à toutes les circonstances, et en comparant leurs rapports, il me semble qu'on peut au moins en tirer des raisons satisfaisantes et très plausibles sur la cause de cet effet : si dans l'eau régale, dont on se sert pour la dissolution de l'or, il n'est point entré d'alcali volatil, soit sous sa forme propre, soit sous celle du sel ammoniac, de quelque manière et avec quelque intermède qu'on précipite ce métal, il ne sera ni ne deviendra fulminant, à moins qu'on ne se serve de l'alcali volatil pour cette précipitation; lorsqu'au contraire la dissolution sera faite avec le sel ammoniac, qui toujours contient de l'alcali volatil, de quelque manière et avec quelque intermède que l'on fasse la précipitation, l'or deviendra toujours fulminant. Il est donc assez clair que cette qualité fulminante ne lui vient que de l'action ou du mélange de l'alcali volatil, et l'on ne doit pas être incertain sur ce point, puisque ce précipité fulminant pèse un quart de plus que l'or dont il est le produit; dès lors ce quart en sus de matière étrangère qui s'est alliée avec l'or dans ce précipité n'est autre chose, du moins en grande partie, que de l'alcali volatil : mais cet alcali contient, indépendamment de son sel, une grande quantité d'air inflammable, c'est-à-dire d'air élastique, mêlé de feu; dès lors il n'est pas surprenant que ce feu ou cet air inflammable contenu dans l'alcali volatil, qui se trouve

pour un quart incorporé avec l'or, ne s'enflamme en effet par la chaleur, et ne produise une explosion d'autant plus violente que les molécules de l'or dans lesquelles il est engagé sont plus massives et plus résistantes à l'action de cet élément incoercible, et dont les effets sont d'autant plus violents que les résistances sont plus grandes. C'est par cette même raison de l'air inflammable contenu dans l'or fulminant, que cette qualité fulminante est détruite par le soufre mêlé avec ce précipité; car le soufre, qui n'est que la matière du feu fixée par l'acide, a la plus grande affinité avec cette même matière du feu contenu dans l'alcali volatil : il doit donc lui enlever ce feu, et dès lors la cause de l'explosion est ou diminuée ou même anéantie par ce mélange du soufre avec l'or fulminant.

Au reste, l'or fulmine, avant d'être chauffé jusqu'au rouge, dans les vaisseaux clos comme en plein air : mais, quoique cette chaleur nécessaire pour produire la fulmination ne soit pas très grande, il est certain qu'il n'y a nulle part, dans le sein de la terre, un tel degré de chaleur, à l'exception des lieux voisins des feux souterrains, et que par conséquent il ne peut se trouver d'or fulminant que dans les volcans, dont il est possible qu'il ait quelquefois augmenté les terribles effets; mais, par son explosion même, cet or fulminant se trouve tout à coup anéanti, ou du moins perdu et dispersé en atomes infiniment petits[1]. Il n'est

1. M. Macquer, après avoir cité quelques exemples funestes des accidents arrivés par la fulmination de l'or à des chimistes peu attentifs ou trop courageux, dit qu'ayant fait fulminer dans une grande cloche de verre une quantité de ce précipité assez petite pour n'en avoir rien à craindre, on a trouvé, après la détonation, sur les parois de la clo-

donc pas étonnant qu'on n'ait jamais trouvé d'or fulminant dans la nature, puisque, d'une part, le feu ou la chaleur le détruit en le faisant fulminer, et que, d'autre part, il ne pourroit exercer cette action fulminante dans l'intérieur de la terre, au degré de sa température actuelle. Au reste, on ne doit pas oublier qu'en général les précipités d'or, lorsqu'ils sont réduits, sont, à la vérité, toujours de l'or; mais que dans leur état de précipité, et avant la réduction, ils ne sont pas, comme l'or même, inaltérables, indestructibles, etc. Leur essence n'est donc plus la même que celle de l'or de nature : tous les acides minéraux ou végétaux, et même les simples acerbes, tels que la noix de galle, agissent sur ces précipités et peuvent les dissoudre, tandis que l'or en métal n'en éprouve aucune altération; les précipités de l'or ressemblent donc, à cet égard, aux métaux imparfaits, et peuvent par conséquent être altérés de même et minéralisés. Mais nous venons de prouver que les combinaisons nécessaires pour faire des précipités d'or n'ont guère pu se trouver dans la nature, et c'est sans doute par cette raison qu'il n'existe réellement que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre; et s'il en existoit, cet or minéralisé seroit en effet très différent de l'autre : on pourroit le dissoudre avec tous les acides,

che, l'or en nature que cette détonation n'avoit point altéré. Comme cela pourroit induire en erreur, je crois devoir observer que cette matière qui avoit frappé contre les parois du vaisseau et s'y étoit attachée n'étoit pas, comme il le dit, *de l'or en nature;* mais de l'or précipité; ce qui est fort différent, puisque celui-ci a perdu la principale propriété de sa nature, qui est d'être inaltérable, indissoluble par les acides simples, et que tous les acides peuvent au contraire altérer et même dissoudre ce précipité.

puisqu'ils dissolvent les précipités dont se seroit formé cet or minéralisé.

Il ne faut qu'une petite quantité d'acide marin mêlée à l'acide nitreux pour dissoudre l'or ; mais la meilleure proportion est de quatre parties d'acide nitreux et une partie de sel ammoniac. Cette dissolution est d'une belle couleur jaune ; et lorsque ces dissolvants sont pleinement saturés, elle devient claire et transparente ; dans tout état elle teint en violet plus ou moins foncé toutes les substances animales : si on la fait évaporer, elle donne, en se refroidissant, des cristaux d'un beau jaune transparent ; et si l'on pousse plus loin l'évaporation au moyen de la chaleur, les cristaux disparoissent, et il ne reste qu'une poudre jaune et très fine qui n'a pas le brillant métallique.

Qu'on puisse précipiter l'or dissous dans l'eau régale avec tous les autres métaux, avec les alcalis, les terres calcaires, etc., c'est l'alcali volatil qui, de toutes les matières connues, est la plus propre à cet effet, il réduit l'or plus promptement que les alcalis fixes ou les métaux : ceux-ci changent la couleur du précipité ; par exemple, l'étain lui donne la belle couleur pourpre qu'on emploie sur nos porcelaines.

L'or pur a peu d'éclat et sa couleur jaune est assez mate ; le mélange de l'argent le blanchit, celui du cuivre le rougit ; le fer lui communique sa couleur, une partie d'acier fondue avec cinq parties d'or pur lui donne la couleur du fer poli. Les bijoutiers se servent avec avantage de ces mélanges pour les ouvrages où ils ont besoin d'or de différentes couleurs. L'on connoît en chimie des procédés par lesquels on peut donner aux précipités de l'or les plus belles couleurs,

pourpre, rouge, verte, etc. : ces couleurs sont fixes et peuvent s'employer dans les émaux; le borax blanchit l'or plus que tout autre mélange, et le nitre lui rend la couleur jaune que le borax avoit fait disparoître.

Quoique l'or soit le plus compacte et le plus tenace des métaux, il n'est néanmoins que peu élastique et peu sonore : il est très flexible, et plus mou que l'argent, le cuivre, et le fer, qui de tous est le plus dur; il n'y a que le plomb et l'étain qui aient plus de mollesse que l'or, et qui soient moins élastiques; mais quelque flexible qu'il soit, on a beaucoup de peine à le rompre. Les voyageurs disent que l'or de Malaca, qu'on croit venir de Madagascar, et qui est presqe tout blanc, se fond aussi promptement que du plomb. On assure aussi qu'on trouve dans les sables de quelques rivières de ces contrées des grains d'or que l'on peut couper au couteau, et que même cet or est si mou qu'il peut recevoir aisément l'empreinte d'un cachet; il se fond à peu près comme du plomb, et l'on prétend que cet or est le plus pur de tous : ce qu'il y a de certain, c'est que plus ce métal est pur et moins il est dur; il n'a dans cet état de pureté ni odeur ni saveur sensible, même après avoir été fortement frotté ou chauffé. Malgré sa mollesse, il est cependant susceptible d'un assez grand degré de dureté par l'écrouissement, c'est-à-dire par la percussion souvent réitérée du marteau, ou par la compression successive et forcée de la filière; il perd même alors une grande partie de sa ductilité, et devient assez cassant. Tous les métaux acquièrent de même un excès de dureté par l'écrouissement : mais on peut toujours

détruire cet effet en les faisant recuire au feu, et l'or, qui est le plus doux, le plus ductile de tous, ne laisse pas de perdre sa ductilité par une forte et longue percussion ; il devient non seulement plus dur, plus élastique, plus sonore, mais même il se gerce sur ses bords lorsqu'on lui fait subir une extension forcée sous les rouleaux du laminoir : néanmoins il perd par le recuit ce fort écrouissement plus aisément qu'aucun autre métal ; il ne faut pour cela que le chauffer, pas même jusqu'au rouge, au lieu que le cuivre et le fer doivent être pénétrés de feu pour perdre leur écrouissement.

Après avoir exposé les principales propriétés de l'or, nous devons indiquer aussi les moyens dont on se sert pour le séparer des autres métaux ou des matières hétérogènes avec lesquelles il se trouve souvent mêlé. Dans les travaux en grand on ne se sert que du plomb, qui, par la fusion, sépare de l'or toutes ces matières étrangères en les scorifiant; on emploie aussi le mercure, qui, par amalgame, en fait pour ainsi dire l'extrait, en s'y attachant de préférence. Dans les travaux chimiques, on fait plus souvent usage des acides. « Pour séparer l'or de toute autre matière métallique, on le traite, dit mon savant ami M. de Morveau, soit avec des sels qui attaquent les métaux imparfaits à l'aide d'une chaleur violente, et qui s'approprient même l'argent qui pourroit lui être allié, tels que le vitriol, le nitre, et le sel marin ; soit par le soufre ou par l'antimoine, qui en contient abondamment; soit enfin par la coupellation, qui consiste à mêler l'or avec le double de son poids environ de plomb, qui, en se vitrifiant, entraîne avec lui et scorifie tous les autres métaux imparfaits; de sorte que le bouton de

fin reste seul sur la coupelle, qui absorbe dans ses pores la litharge de plomb et les autres matières qu'elle a scorifiées. » La coupellation laisse donc l'or encore allié d'argent : mais on peut les séparer par le moyen des acides qui n'attaquent que l'un ou l'autre de ces métaux ; et comme l'or ne se laisse dissoudre par aucun acide simple ni par le soufre, et que tous peuvent dissoudre l'argent, on a, comme l'on voit, plusieurs moyens pour faire la séparation ou le départ de ces deux métaux. On emploie ordinairement l'acide nitreux ; il faut qu'il soit pur, mais non pas trop fort ou concentré : c'est de tous les acides celui qui dissout l'argent avec plus d'énergie et sans aide de la chaleur, ou tout au plus avec une petite chaleur pour commencer la dissolution.

En général, pour que toute dissolution s'opère, il faut non seulement qu'il y ait une grande affinité entre le dissolvant et la matière à dissoudre, mais encore que l'une de ces deux matières soit fluide pour pouvoir pénétrer l'autre, en remplir tous les pores, et détruire par la force d'affinité celle de la cohérence des parties de la matière solide. Le mercure, par sa fluidité et par sa très grande affinité avec l'or, doit être regardé comme l'un de ses dissolvants; car il le pénètre et semble le diviser dans toutes ses parties : cependant ce n'est qu'une union, une espèce d'alliage, et non pas une dissolution ; et l'on a eu raison de donner à cet alliage le nom d'*amalgame*, parce que l'amalgame se détruit par la seule évaporation du mercure, et que d'ailleurs tous les vrais alliages ne peuvent se faire que par le feu, tandis que l'almalgame peut se faire à froid, et qu'il ne produit qu'une union

particulière, qui est moins intime que celle des alliages naturels ou faits par la fusion : et en effet, cet amalgame ne prend jamais d'autre solidité que celle d'une pâte assez molle, toujours participant de la fluidité du mercure, avec quelque métal qu'on puisse l'unir ou le mêler. Cependant l'amalgame se fait encore mieux à chaud qu'à froid : le mercure, quoique du nombre des liquides, n'a pas la propriété de mouiller les matières terreuses, ni même les chaux métalliques; il ne contracte d'union qu'avec les métaux qui sont sous leur forme de métal ; une assez petite quantité de mercure suffit pour les rendre friables, en sorte qu'on peut dans cet état les réduire en poudre par une simple trituration, et avec une plus grande quantité de mercure on en fait une pâte, mais qui n'a ni cohérence ni ductilité : c'est de cette manière très simple qu'on peut amalgamer l'or, qui, de tous les métaux, a la plus grande affinité avec le mercure; elle est si puissante, qu'on la prendroit pour une espèce de magnétisme. L'or blanchit dès qu'il est touché par le mercure, pour peu même qu'il en reçoive les émanations; mais dans les métaux qui ne s'unissent avec lui que difficilement, il faut, pour le succès de l'amalgame, employer le secours du feu, en réduisant d'abord le métal en poudre très fine, et faisant ensuite chauffer le mercure à peu près au point où il commence à se volatiliser : on fait en même temps et séparément rougir la poudre du métal, et tout de suite on la triture avec le mercure chaud. C'est de cette manière qu'on l'amalgame avec le cuivre; mais l'on ne connoît aucun moyen de lui faire contracter union avec le fer.

Le vrai dissolvant de l'or est, comme nous l'avons dit, l'eau régale composée de deux acides, le nitreux et le marin ; et comme s'il falloit toujours deux puissances réunies pour dompter ce métal, on peut encore le dissoudre par le foie de soufre, qui est un composé de soufre et d'alcali fixe. Cependant cette dernière dissolution a besoin d'être aidée, et ne se fait que par le moyen du feu. On met l'or en poudre très fine ou en feuilles brisées dans un creuset, avec du foie de soufre ; on les fait fondre ensemble, et l'or disparoît dans le produit de cette fusion : mais en faisant dissoudre dans l'eau ce même produit, l'or y reste en parfaite dissolution, et il est aisé de le tirer par précipitation.

Les alliages de l'or avec l'argent et le cuivre sont fort en usage pour les monnoies et pour les ouvrages d'orfévrerie ; on peut de même l'allier avec tous les autres métaux : mais tout alliage lui fait perdre plus ou moins de sa ductilité ; et la plus petite quantité d'étain, ou même la seule vapeur de ce métal, suffit pour le rendre aigre et cassant : l'argent est celui de tous qui diminue le moins sa trop grande ductilité.

L'or naturel et natif est presque toujours allié d'argent en plus ou moins grande proportion ; cet alliage lui donne de la fermeté et pâlit sa couleur : mais le mélange de cuivre l'exalte, la rend d'un jaune plus rouge, et donne à l'or un assez grand degré de dureté ; c'est par cette dernière raison que, quoique cet alliage du cuivre avec l'or en diminue la densité au delà des proportions du mélange, il est néanmoins fort en usage pour les monnoies, qui ne doivent ni se plier, ni s'effacer, ni s'étendre, et qui auroient

tous ces inconvénients si elles étoient fabriquées d'or pur.

Suivant M. Gellert, l'alliage de l'or avec le plomb devient spécifiquement plus pesant, et il y a pénétration entre ces deux métaux ; tandis que le contraire arrive dans l'alliage de l'or et de l'étain, dont la pesanteur spécifique est moindre : l'alliage de l'or avec le fer devient aussi spécifiquement plus léger ; il n'y a donc nulle pénétration entre ces deux métaux, mais une simple union de leurs parties, qui augmente le volume de la masse, au lieu de le diminuer, comme le fait la pénétration. Cependant ces deux métaux, dont les parties constituantes ne paroissent pas se réunir d'assez près dans la fusion, ne laissent pas d'avoir ensemble une grande affinité ; car l'or se trouve souvent, dans la nature, mêlé avec le fer, et de plus il facilite au feu la fusion de ce métal. Nos habiles artistes devroient donc mettre à profit cette propriété de l'or, et le préférer au cuivre, pour souder les petits ouvrages d'acier qui demandent le plus grand soin et la plus grande solidité ; et ce qui semble prouver encore la grande affinité de l'or avec le fer, c'est que, quand ces deux métaux se trouvent alliés, on ne peut les séparer en entier par le moyen du plomb ; et il en est de même de l'argent allié au fer, on est obligé d'y ajouter du bismuth pour achever de les purifier.

L'alliage de l'or avec le zinc produit un composé dont la masse est spécifiquement plus pesante que la somme des pesanteurs spécifiques de ces deux matières composantes ; il y a donc pénétration dans le mélange de ce métal avec ce demi-métal, puisque le

volume en devient plus petit : on a observé la même chose dans l'alliage de l'or et du bismuth. Au reste, on a fait un nombre prodigieux d'essais du mélange de l'or avec toutes les autres matières métalliques, que je ne pourrois rapporter ici sans tomber dans une trop grande prolixité.

Les chimistes ont recherché avec soin les affinités de ce métal, tant avec les substances naturelles qu'avec celles qui ne sont que le produit de nos arts ; et il s'est trouvé que ces affinités étoient dans l'ordre suivant : 1° l'eau régale, 2° le foie de soufre, 3° le mercure, 4° l'éther, 5° l'argent, 6° le fer, 7° le plomb. L'or a aussi beaucoup d'affinité avec les substances huileuses, volatiles et atténuées, telles que les huiles essentielles des plantes aromatiques, l'esprit-de-vin, et surtout l'éther ; il en a aussi avec les bitumes liquides, tels que le naphte et le pétrole : d'où l'on peut conclure qu'en général c'est avec les matières qui contiennent le plus de principes inflammables et volatils que l'or a le plus d'affinité ; et dès lors on n'est pas en droit de regarder comme une chimère absurde l'idée que l'or rendu potable peut produire quelque effet dans les corps organisés, qui, de tous les êtres, sont ceux dont la substance contient la plus grande quantité de matière inflammable et volatile, et que, par conséquent, l'or extrêmement divisé puisse y produire de bons ou de mauvais effets, suivant les circonstances et les différents états où se trouvent ces mêmes corps organisés. Il me semble donc qu'on peut se tromper en prononçant affirmativement sur la nullité des effets de l'or pris intérieurement, comme remède, dans certaines maladies, parce que

le médecin ni personne ne peut connoître tous les rapports que ce métal très atténué peut avoir avec le feu qui nous anime.

Il en est de même de cette fameuse recherche appelée le *grand œuvre*, qu'on doit rejeter en bonne morale, mais qu'en saine physique l'on ne peut pas traiter d'impossible. On fait bien de dégoûter ceux qui voudroient se livrer à ce travail pénible et ruineux, qui, même fût-il suivi du succès, ne seroit utile en rien à la société : mais pourquoi prononcer d'une manière décidée que la transmutation des métaux soit absolument impossible, puisque nous ne pouvons douter que toutes les matières terrestres, et même les éléments, ne soient tous convertibles ; qu'indépendamment de cette vue spéculative, nous connoissons plusieurs alliages dans lesquels la matière des métaux se pénètre et augmente de densité ? L'essence de l'or consiste dans la prééminence de cette qualité ; et toute matière qui par le mélange obtiendroit le même degré de densité ne seroit-elle pas de l'or ? Ces métaux mélangés, que l'alliage rend spécifiquement plus pesants par leur pénétration réciproque, ne semblent-ils pas nous indiquer qu'il doit y avoir d'autres combinaisons où cette pénétration étant encore plus intime, la densité deviendroit plus grande ?

On ne connoissoit ci-devant rien de plus dense que le mercure après l'or, mais on a récemment découvert la platine : ce minéral nous présente l'une de ces combinaisons où la densité se trouve prodigieusement augmentée, et plus que moyenne entre celle du mercure et celle de l'or. Mais nous n'avons aucun exemple qui puisse nous mettre en droit de prononcer

qu'il y ait dans la nature des substances plus denses que l'or, ni des moyens d'en former par notre art : notre plus grand chef-d'œuvre seroit en effet d'augmenter la densité de la matière, au point de lui donner la pesanteur de ce métal; peut-être ce chef-d'œuvre n'est-il pas impossible, et peut-être même y est-on parvenu ; car, dans le grand nombre des faits exagérés ou faux qui nous ont été transmis au sujet du *grand œuvre*, il y en a quelques uns dont il me paroît assez difficile de douter : mais cela ne nous empêche pas de mépriser et même de condamner tous ceux qui, par cupidité, se livrent à cette recherche, souvent même sans avoir les connoissances nécessaires pour se conduire dans leurs travaux; car il faut avouer qu'on ne peut rien tirer des livres d'alchimie ; ni la *Table hermétique*, ni la *Tourbe des philosophes*, ni *Philalèthe*, et quelques autres que j'ai pris la peine de lire [1], et même d'étudier, ne m'ont présenté que des obscurités, des procédés inintelligibles, où je n'ai rien aperçu, et dont je n'ai pu rien conclure, sinon que tous ces chercheurs de pierre philosophale ont regardé le mercure comme la base commune des métaux, et surtout de l'or et de l'argent. Becher, avec sa *terre mercurielle*, ne s'éloigne pas beaucoup de cette opinion ; il prétend même avoir trouvé le moyen de fixer cette base commune des métaux. Mais s'il est vrai que le mercure ne se fixe en effet que par un froid extrême, il n'y a guère d'apparence

1. Je puis même dire que j'ai vu un bon nombre de ces messieurs *adeptes*, dont quelques uns sont venus de fort loin pour me consulter, disoient-ils, et me faire part de leurs travaux ; mais tous ont bientôt été dégoûtés de ma conversation par mon peu d'enthousiasme.

que le feu des fourneaux de tous ces chimistes ait produit le même effet : cependant on auroit tort de nier absolument la possibilité de ce changement d'état dans le mercure, puisque, malgré la fluidité qui lui paroît être essentielle, il est dans le cinabre sous une forme solide, et que nous ne savons pas si sa substance ou sa vapeur, mêlée avec quelqu'autre matière que le soufre, ne prendroit pas une forme encore plus solide, plus concrète et plus dense. Le projet de la transmutation des métaux et celui de la fixation du mercure doivent donc être rejetés, non comme des idées chimériques ni des absurdités, mais comme des entreprises téméraires, dont le succès est plus que douteux. Nous sommes encore si loin de connoître tous les effets des puissances de la nature, que nous ne devons pas les juger exclusivement par celles qui nous sont connues, d'autant que toutes les combinaisons possibles ne sont pas, à beaucoup près, épuisées, et qu'il nous reste sans doute plus de choses à découvrir que nous n'en connoissons.

En attendant que nous puissions pénétrer plus profondément dans le sein de cette nature inépuisable, bornons-nous à la contempler et à la décrire par les faces qu'elle nous présente : chaque sujet, même le plus simple, ne laisse pas d'offrir un si grand nombre de rapports, que l'ensemble en est encore très difficile à saisir. Ce que nous avons dit jusqu'ici sur l'or n'est pas, à beaucoup près, tout ce qu'on pourroit en dire : ne négligeons, s'il est possible, aucune observation, aucun fait remarquable sur ses mines, sur la manière de les travailler, et sur les lieux où on les trouve. L'or, dans ses mines primitives, est ordinairement en

filets, en rameaux, en feuilles, et quelquefois cristallisé en très petits grains de forme octaèdre. Cette cristallisation, ainsi que toutes ces ramifications, n'ont pas été produites par l'intermède de l'eau, mais par l'action du feu primitif qui tenoit encore ce métal en fusion : il a pris toutes ces formes dans les fentes du quartz, quelque temps après sa consolidation. Souvent ce quartz est blanc, et quelquefois il est teint d'un jaune couleur de corne ; ce qui a fait dire à quelques minéralogistes qu'on trouvoit l'or dans la pierre de corne comme dans le quartz : mais la vraie pierre de corne étant d'une formation postérieure à celle du quartz, l'or qui pourroit s'y trouver ne seroit lui-même que de seconde formation : l'or primordial fondu ou sublimé par le feu primitif s'est logé dans les fentes que le quartz, déjà décrépité par les agents extérieurs, lui offroit de toutes parts, et communément il s'y trouve allié d'argent, parce qu'il ne faut qu'à peu près le même degré de chaleur pour fondre et sublimer ces deux métaux. Ainsi l'or et l'argent ont occupé en même temps les fentes perpendiculaires de la roche quartzeuse, et ils y ont en commun formé les mines primordiales de ces métaux : toutes les mines secondaires en ont successivement tiré leur origine quand les eaux sont venues dans la suite attaquer ces mines primitives, et en détacher les grains et les parcelles qu'elles ont entraînés et déposés dans le lit des rivières et dans les terres adjacentes, et ces débris métalliques, rapprochés et rassemblés, ont quelquefois formé des agrégats qu'on reconnoît être des ouvrages de l'eau, soit par leur structure, soit par leur position dans les terres et les sables.

Il n'y a donc point de mines dont l'or soit absolument pur ; il est toujours allié d'argent : mais cet alliage varie en différentes proportions, suivant les différentes mines [1]; et dans la plupart il y a beaucoup plus d'argent que d'or ; car comme la quantité de l'argent s'est trouvée surpasser de beaucoup celle de l'or, les alliages naturels résultants de leur mélange sont presque tous composés d'une bien plus grande quantité d'argent que d'or.

Ce métal mixte de première formation est, comme nous l'avons dit, engagé dans un roc quartzeux auquel il est étroitement uni ; pour l'en tirer, il faut donc commencer par broyer la pierre, en laver la poudre pour en séparer les parties moins pesantes que celles du métal, et achever cette séparation par le moyen du mercure, qui, s'amalgamant avec les particules métalliques, laisse à part le restant de la matière pierreuse : on enlève ensuite le mercure en donnant à cette masse amalgamée un degré de chaleur suffisant pour le volatiliser ; après quoi il ne reste plus que la portion métallique, composée d'or et d'argent : on sépare enfin ces deux métaux, autant qu'il est possible, par les opérations du départ, qui cependant ne laissent jamais l'or parfaitement pur [2], comme s'il étoit impossible à notre art de séparer en entier ce

1. Pline parle d'un or des Gaules qui ne contenoit qu'un *trente-sixième d'argent*. En admettant le fait, cet or seroit le plus pur qu'on eût jamais trouvé.

2. Je crois cependant qu'il n'est pas impossible de séparer absolument l'or et l'argent l'un de l'autre en multipliant les opérations et les moyens, et qu'au moins on arriveroit à une approximation si grande, qu'on pourroit regarder comme nulle la portion presque infiniment petite qui resteroit contenue dans l'autre.

que la nature a réuni; car de quelque manière que l'on procède à cette séparation de l'or et de l'argent, qui, dans la nature, ne sont le plus souvent qu'une masse commune, ils restent toujours mêlés d'une petite portion du métal qu'on tâche d'en séparer [1], de sorte que ni l'or ni l'argent ne sont jamais dans un état de pureté absolue.

Cette opération du *départ*, ou séparation de l'or et de l'argent, suppose d'abord que la masse d'alliage ait été purifiée par le plomb, et qu'elle ne contienne aucune autre matière métallique, sinon de l'or et de l'argent. On peut y procéder de trois manières différentes, en se servant des substances qui, soit à chaud, soit à froid, n'attaquent pas l'or, et peuvent néanmoins dissoudre l'argent. 1° L'acide nitreux n'attaque pas l'or et dissout l'argent; l'or reste donc seul après la dissolution de l'argent. 2° L'acide marin, comme l'acide nitreux, a la vertu de dissoudre l'argent sans attaquer l'or, et par conséquent la puissance de les séparer : mais le départ par l'acide nitreux est plus complet et bien plus facile; il se fait par la voie humide et à l'aide d'une très petite chaleur, au lieu que le départ par l'acide marin, qu'on appelle *départ concentré*, ne peut se faire que par une suite de procé-

1. M. Cramer, dans sa *Docimasie*, assure que si le départ se fait par l'eau-forte, il reste toujours une petite portion d'argent unie à l'or; et de même que quand on fait le départ par l'eau régale, il reste toujours une petite portion d'or unie à l'argent : et il estime cette proportion depuis un deux-centième jusqu'à un cent-cinquantième.

M. Tillet observe qu'il est très vrai qu'on n'obtient pas de l'or parfaitement pur par la voie du départ, mais que cependant il est possible de parvenir à ce but par la dissolution de l'or fin dans l'eau régale, ou par des cémentations réitérées.

dés assez difficiles. 3° Le soufre a aussi la même propriété de dissoudre l'argent sans toucher à l'or, mais ce n'est qu'à l'aide de la fusion, c'est-à-dire d'une chaleur violente; et comme le soufre est très inflammable, et qu'il se brûle et se volatilise en grande partie en se mêlant au métal fondu, on préfère l'antimoine pour faire cette espèce de départ sec, parce que le soufre étant uni dans l'antimoine aux parties régulines de ce demi-métal, il résiste plus à l'action du feu, et pénètre le métal en fusion, dans lequel il scorifie l'argent et laisse l'or au dessous. De ces trois agents, l'acide nitreux est celui qu'on doit préférer[1], la manipulation des deux autres étant plus difficile, et la purification plus incomplète que par le premier.

On doit observer que pour faire par l'acide nitreux le départ avec succès, il ne faut pas que la quantité d'or contenue dans l'argent soit de plus de deux cinquièmes; car alors cet acide ne pourroit dissoudre les

1. MM. Brandt, Schœffer, Bergman, et d'autres, ayant avancé que l'acide nitreux, quoique très pur, pouvoit dissoudre une certaine quantité d'or, et cet effet paroissant devoir influer sur la sûreté de l'importante opération du départ, les chimistes de notre Académie des Sciences ont été chargés de faire des expériences à ce sujet; et ces expériences ont prouvé que l'acide nitreux n'attaque point ou très peu l'or, puisqu'après en avoir séparé l'argent qui y étoit allié, et dont on connoissoit la proportion, on a toujours retrouvé juste la même quantité d'or. Cependant ils ajoutent, dans le rapport de leurs épreuves, « qu'il ne faut pas conclure que, dans aucun cas, l'acide nitreux ne puisse faire éprouver à l'or quelque très foible déchet. L'acide nitreux le plus pur se charge de quelques particules d'or : mais nous pouvons assurer que les circonstances nécessaires à la production de cet effet sont absolument étrangères au départ d'essai; que dans ce dernier, lorsqu'on le pratique suivant les règles et l'usage reçu, il ne peut jamais y avoir le moindre déchet sur l'or. »

parties d'argent, qui, dans ce cas, seroient défendues et trop couvertes par celles de l'or pour être attaquées et saisies. S'il se trouve donc plus de deux cinquièmes d'or dans la masse dont on veut faire le départ, on est obligé de la faire fondre, et d'y ajouter autant d'argent qu'il en faut pour qu'il n'y ait en effet que deux cinquièmes d'or dans cette nouvelle masse : ainsi l'on s'assurera d'abord de cette proportion, et il me semble que cela seroit facile par la balance hydrostatique, et que ce moyen seroit bien plus sûr que la pierre de touche et les aiguilles alliées d'or et d'argent à différentes doses, dont se servent les essayeurs pour reconnoître cette quantité dans la masse de ces métaux alliés. On a donc eu raison de proscrire cette pratique dans les monnoies de France[1]; car ce n'est au vrai qu'un tâtonnement dont il ne peut résulter qu'une estimation incertaine, tandis que par la différente pesanteur spécifique de ces deux métaux on auroit un résultat précis de la proportion de la quantité de chacun dans la masse alliée dont on veut faire le départ. Quoi qu'il en soit, lorsqu'on s'est à peu près assuré de cette proportion, et que l'or n'y est que pour un quart ou au dessous, on doit employer de l'eau-forte ou acide nitreux bien pur, c'est-à-dire exempt de tout autre acide, et surtout du vitriolique et du marin; on verse cette eau-forte sur le

1. M. Tillet m'écrit, à ce sujet, qu'on ne fait point usage des *touchaux* pour le travail des monnoies de France; le titre des espèces n'y est constaté que par l'opération de l'essai ou du départ. Les orfévres emploient, il est vrai, le touchau dans leur maison commune; mais ce n'est que pour les menus ouvrages en si petit volume, qu'ils offrent à peine la matière de l'essai en règle, et qu'ils sont incapables de supporter le poinçoin de marque.

métal réduit en grenailles ou en lames très minces : il en faut un tiers de plus qu'il n'y a d'argent dans l'alliage. On aide la dissolution par un peu de chaleur, et on la rend complète en renouvelant deux ou trois fois l'eau-forte, qu'on fait même bouillir avant de la séparer de l'or, qui reste seul au fond du vaisseau, et qui n'a besoin que d'être bien lavé dans l'eau chaude pour achever de se nettoyer des petites parties de la dissolution d'argent attachées à sa surface; et lorsqu'on a obtenu l'or, on retire ensuite l'argent de la dissolution, soit en le faisant précipiter, soit en distillant l'eau-forte pour la faire servir une seconde fois.

Toute masse dont on veut faire le départ par cette voie ne doit donc contenir que deux cinquièmes d'or au plus sur trois cinquièmes d'argent; et, dans cet état, la couleur de ces deux métaux alliés est presque aussi blanche que l'argent pur; et loin qu'une plus grande quantité de ce dernier métal nuisît à l'effet du départ, il est au contraire d'autant plus aisé à faire, que la proportion de l'argent à l'or est plus grande. Ce n'est que quand il y a environ moitié d'or dans l'alliage, qu'on s'en aperçoit à sa couleur, qui commence à prendre un œil de jaune foible.

Pour reconnoître au juste l'aloi ou le titre de l'or, il faut donc faire deux opérations : d'abord le purger, au moyen du plomb, de tout mélange étranger, à l'exception de l'argent, qui lui reste uni, parce que le plomb ne les attaque ni l'un ni l'autre; et ensuite il faut faire le départ par le moyen de l'eau-forte. Ces opérations de l'essai et du départ, quoique bien connues des chimistes, des monnoyeurs, et des orfévres,

ne laissent pas d'avoir leurs difficultés par la grande précision qu'elles exigent, tant pour le régime du feu que pour le travail des matières, d'autant que par le travail le mieux conduit, on ne peut arriver à la séparation entière de ces métaux; car il restera toujours une petite portion d'argent dans l'or le plus raffiné, comme une portion de plomb dans l'argent le plus épuré[1].

Nous ne pouvons nous dispenser de parler des différents emplois de l'or dans les arts, et de l'usage ou plutôt de l'abus qu'on en fait par un vain luxe, pour faire briller nos vêtements, nos meubles, et nos appartements, en donnant la couleur de l'or à tout ce qui n'en est pas, et l'air de l'opulence aux matières les plus pauvres; et cette ostentation se montre sous mille formes différentes. Ce qu'on appelle *or de couleur* n'en a que l'apparence; ce n'est qu'un simple vernis qui ne contient point d'or, et avec lequel on peut néanmoins donner à l'argent et au cuivre la couleur jaune et brillante de ce précieux métal. Les garnitures en cuivre de nos meubles, les bras, les feux de cheminée, etc., sont peints de ce vernis couleur d'or, ainsi que les cuirs qu'on appelle *dorés*, et qui ne sont

1. J'observerai ici, avec M. Tillet, qu'on a tort de négliger la petite quantité d'argent que la litharge entraîne toujours dans la coupelle; car cette quantité négligée donne lieu à des rapports constamment faux de la quantité juste d'argent que contiennent intrinsèquement les lingots dont les essayeurs établissent le titre. Ce point assez délicat de docimasie a été traité dans plusieurs mémoires insérés dans ceux de l'Académie des Sciences, et notamment dans un Mémoire de M. Tillet, qui se trouve dans le volume de l'année 1769 : on y voit clairement de quelle conséquence il pourroit être qu'on ne négligeât pas la petite quantité de fin que la coupelle absorbe.

réellement qu'étamés et peints ensuite avec ce vernis doré. A la vérité, cette fausse dorure diffère beaucoup de la vraie, et il est très aisé de les distinguer; mais on fait avec le cuivre réduit en feuilles minces une autre espèce de dorure, qui peut en imposer lorsqu'on la peint avec ce même vernis couleur d'or. La vraie dorure est celle où l'on emploie de l'or : il faut pour cela qu'il soit réduit en feuilles très minces ou en poudre fort fine; et pour dorer tout métal il suffit d'en bien nettoyer la surface, de le faire chauffer, et d'y appliquer exactement ces feuilles ou cette poudre d'or, par la pression et le frottement doux d'une pierre hématite, qui le brillante et le fait adhérer. Quelque simple que soit cette manière de dorer, il y en a une autre peut-être encore plus facile; c'est d'étendre sur le métal qu'on veut dorer un amalgame d'or et de mercure, de chauffer ensuite assez pour faire exhaler en vapeurs le mercure, qui laisse l'or sur le métal, qu'il ne s'agit plus que de frotter avec le brunissoir pour le rendre brillant : il y a encore d'autres manières de dorer. Mais c'est peut-être déjà trop, en histoire naturelle, que de donner les principales pratiques de nos arts.

Mais nous laisserions imparfaite cette histoire de l'or, si nous ne rapportions pas ici tous les renseignements que nous avons recueillis sur les différents lieux où se trouve ce métal. Il est, comme nous l'avons dit, universellement répandu, mais en atomes infiniment petits, et il n'y a que quelques endroits particuliers où il se présente en particules sensibles et en masses assez palpables pour être recueillies. En parcourant dans cette vue les quatre parties du monde,

on verra qu'il n'y a que peu de mines d'or proprement dites dans les régions du nord, quoiqu'il y ait plusieurs mines d'argent qui presque toujours est allié d'une petite quantité d'or. Il se trouve aussi très peu de vraies mines d'or dans les climats tempérés; il y en a seulement quelques unes où l'on a rencontré de petits morceaux de ce métal massif : mais, dans presque toutes, l'or n'est qu'en petite quantité dans l'argent, avec lequel il est toujours mêlé. Les mines d'or les plus riches sont dans les pays les plus chauds, et particulièrement dans ceux où les hommes ne se sont pas anciennement établis en société policée, comme en Afrique et en Amérique; car il est très probable que l'or est le premier métal dont on se soit servi : plus remarquable par son poids qu'aucun autre, et plus fusible que le cuivre et le fer, il aura bientôt été reconnu, fondu, travaillé. On peut citer pour preuve les Péruviens et les Mexicains, dont les vases et les instruments étoient d'or, et qui n'en avoient que peu de cuivre et point du tout de fer, quoique ces métaux soient abondants dans leur pays : leurs arts n'étoient pour ainsi dire qu'ébauchés, parce qu'eux-mêmes étoient des hommes nouveaux, et qui n'étoient qu'à demi policés depuis cinq ou six siècles. Ainsi, dans les premiers temps de la civilisation de l'espèce humaine, l'or, qui, de tous les métaux, s'est présenté le premier à la surface de la terre, ou à de petites profondeurs, a été recueilli, employé et travaillé, en sorte que dans les pays peuplés et civilisés plus anciennement que les autres, c'est-à-dire dans les régions septentrionales et tempérées, il n'est resté pour la postérité que le petit excédant de ce qui n'a pas été

consommé; au lieu que dans ces contrées méridionales de l'Afrique et de l'Amérique, qui n'ont été peuplées que les dernières, et où les hommes n'ont jamais été policés, la quantité de ce métal s'est trouvée tout entière, et telle pour ainsi dire que la nature l'avoit produite et confiée à la terre encore vierge. L'homme n'en avoit pas encore déchiré les entrailles, son sein étoit à peine effleuré, lorsque les conquérants du Nouveau-Monde en ont forcé les habitants à la fouiller dans toutes ses parties par des travaux immenses : les Espagnols et les Portugais ont, en moins d'un siècle, plus tiré d'or du Mexique et du Brésil que les naturels du pays n'en avoient recueilli depuis le premier temps de leur population. La Chine, dira-t-on, semble nous offrir un exemple contraire; ce pays, très anciennement policé, est encore abondant en mines d'or, qu'on dit être assez riches : mais ne dit-on pas en même temps avec plus de vérité que la plus grande partie de l'or qui circule à la Chine vient des pays étrangers? Plusieurs empereurs chinois, assez sages, assez humains, pour épargner la sueur et ménager la vie de leurs sujets, ont défendu l'extraction des mines dans toute l'étendue de leur domination [1] : ces défenses ont subsisté long-temps, et n'ont été qu'assez rarement interrompues. Il se pourroit donc en effet qu'il y eût encore à la Chine des mines intactes et riches, comme dans les contrées heureuses où les hommes n'ont pas été forcés de les fouiller : car les travaux des mines, dans le Nouveau-Monde, ont fait périr, en moins de deux ou trois siècles, plu-

1. Les anciens Romains avoient eu la même sagesse.

sieurs millions d'hommes; et cette plaie faite à l'humanité, loin de nous avoir procuré des richesses réelles, n'a servi qu'à nous surcharger d'un poids aussi lourd qu'inutile. Le prix des denrées étant toujours proportionnel à la quantité du métal qui n'en est que le signe, l'augmentation de cette quantité est plutôt un mal qu'un bien; vingt fois moins d'or et d'argent rendroient le commerce vingt fois plus léger, puisque tout signe en grosse masse, toute représentation en grand volume, est plus pénible à transporter, coûte plus à manier et circule moins aisément qu'une petite quantité qui représenteroit également et aussi bien la valeur de toute chose. Avant la découverte du Nouveau-Monde il y avoit réellement vingt fois moins d'or et d'argent en Europe; mais les denrées coûtoient vingt fois moins. Qu'avons-nous donc acquis avec ces millions de métal? la charge de leur poids.

Et cette surcharge de quantité deviendroit encore plus grande, et peut-être immense, si la cupidité ne s'opposoit pas à elle-même des obstacles, et n'étoit arrêtée par des bornes qu'elle ne peut franchir. Quelque ardente qu'ait été dans tous les temps la soif de l'or, on n'a pas toujours eu les mêmes moyens de l'étancher; ces moyens ont même diminué d'autant plus qu'on s'en est plus servi : par exemple, en supposant, comme nous le faisons ici, qu'avant la conquête du Mexique et du Pérou il n'y eût en Europe que la vingtième partie de l'or et de l'argent qui s'y trouve aujourd'hui, il est certain que le profit de l'extraction de ces mines étrangères, dans les premières années pendant lesquelles on a doublé cette première quantité, a été plus grand que le profit d'un pareil

nombre d'années pendant lesquelles on l'a triplé, et encore bien plus grand que celui des années subséquentes. Le bénéfice réel a donc diminué en même proportion que le nombre des années s'est augmenté, en supposant égalité de produit dans chacune; et si l'on trouvoit actuellement une mine assez riche pour en tirer autant d'or qu'il y en avoit eu en Europe avant la découverte du Nouveau-Monde, le profit de cette mine ne seroit aujourd'hui que d'un vingtième, tandis qu'alors il auroit été du double. Ainsi plus on a fouillé ces mines riches, et plus on s'est appauvri : richesse toujours fictive et pauvreté réelle dans le premier comme dans le dernier temps; masses d'or et d'argent, signes lourds, monnoies pesantes, dont loin de l'augmenter on devroit diminuer la quantité en fermant ces mines comme autant de gouffres funestes à l'humanité, d'autant qu'aujourd'hui leur produit suffit à peine pour la subsistance des malheureux qu'on y emploie ou condamne : mais jamais les nations ne se confédèreront pour un bien général à faire au genre humain, et rien ici ne peut nous consoler, sinon l'espérance très fondée que dans quelques siècles, et peut-être plus tôt, on sera forcé d'abandonner ces affreux travaux, que l'or même, devenu trop commun, ne pourra plus payer.

En attendant, nous sommes obligés de suivre le torrent, et je manquerois à mon objet si je ne faisois pas ici mention de tous les lieux qui nous fournissent ou peuvent nous fournir ce métal, lequel ne deviendra vil que quand les hommes s'ennobliront par des vues de sagesse dont nous sommes encore bien éloignés. On continuera donc à chercher l'or partout où

il pourra se trouver, sans faire attention que si la recherche coûte à peu près autant que tout autre travail, il n'y a nulle raison d'y employer des hommes qui, par la culture de la terre, se procureroient une subsistance aussi sûre, et augmenteroient en même temps la richesse réelle, le vrai bien de toute société, par l'abondance des denrées, tandis que celle du métal ne peut y produire que le mal de la disette et d'un surcroît de cherté.

Nous avons en France plusieurs rivières ou ruisseaux qui charrient de l'or en paillettes, que l'on recueille dans leurs sables; et il s'en trouve aussi en paillettes et en poudre dans les terres voisines de leurs bords. Les chercheurs de cet or, qu'on appelle *orpailleurs*, gagneroient autant et plus à tout autre métier; car à peine la récolte de ces paillettes d'or va-t-elle à vingt-cinq ou trente sous par jour. Cette même recherche, ou plutôt cet emploi du temps étoit, comme nous venons de le dire, vingt fois plus profitable du temps des Romains, puisque l'orpailleur pouvoit alors gagner vingt fois sa subsistance : mais à mesure que la quantité du métal s'est augmentée, et surtout depuis la conquête du Nouveau-Monde, le même travail des orpailleurs a moins produit, et produira toujours de moins en moins; en sorte que ce petit métier, déjà tombé, tombera tout-à-fait, pour peu que cette quantité de métal augmente encore. L'or d'Amérique a donc enterré l'or de France, en diminuant vingt fois sa valeur; il a fait le même tort à l'Espagne, dont les intérêts bien entendus auroient exigé qu'on n'eût tiré des mines de l'Amérique qu'autant d'or qu'il en falloit pour fournir les colonies, et en maintenir la valeur numéraire

en Europe, toujours sur le même pied à peu près. Jules César cite l'Espagne et la partie méridionale des Gaules comme très abondantes en or; elles l'étoient en effet, et le seroient encore si nous n'avions pas nous-mêmes changé cette abondance en disette, et diminué la valeur de notre propre bien en recevant celui de l'étranger. L'augmentation de toute quantité ou denrée nécessaire aux besoins ou utile au service de l'homme est certainement un bien; mais l'augmentation du métal qui n'en est que le signe ne peut pas être un bien, et ne fait que du mal, puisqu'elle réduit à rien la valeur de ce même métal dans toutes les terres et chez tous les peuples qui s'en sont laissé surcharger par des importations étrangères.

Autant il seroit nécessaire de donner de l'encouragement à la recherche et aux travaux des mines des matières combustibles et des autres minéraux si utiles aux arts et au bien de la société, autant il seroit sage de faire fermer toutes celles d'or et d'argent, et de laisser consommer peu à peu ces masses trop énormes sous lesquelles sont écrasées nos caisses, sans que nous en soyons plus riches ni plus heureux.

Au reste, tout ce que nous venons de dire ne doit dégrader l'or qu'aux yeux de l'homme sage, et ne lui ôte pas le haut rang qu'il tient dans la nature; il est le plus parfait des métaux, la première substance entre toutes les substances terrestres, et il mérite à tous égards l'attention du philosophe naturaliste: c'est dans cette vue que nous recueillerons ici les faits relatifs à la recherche de ce métal, et que nous ferons l'énumération des différents lieux où il se trouve.

En France, le Rhin, le Rhône, l'Arve, le Doubs, la Cèse, le Gardon, l'Arriège, la Garonne, le Salat, charrient des paillettes et des grains d'or qu'on trouve dans leurs sables, surtout aux angles rentrants de ces rivières. Ces paillettes ont souvent leurs bords arrondis ou repliés; et c'est par là qu'on les distingue, encore plus aisément que par le poids, des paillettes de mica, qui quelquefois sont de la même couleur et ont même plus de brillant que celles d'or. On trouve aussi d'assez gros grains d'or dans les rigoles formées par les eaux pluviales dans les terrains montagneux de Fériès et de Bénagues. On a vu de ces grains, dit M. Guettard, qui pesoient une demi-once : ces grains et paillettes d'or sont accompagnés d'un sable ferrugineux. Il ajoute que dès qu'on s'éloigne de ces montagnes seulement de cinq ou six lieues, on ne trouve plus de grains d'or, mais seulement des paillettes très minces. Cet académicien fait encore mention de l'or en paillettes qu'on a trouvé en Languedoc et dans le pays de Foix. M. de Gensanne dit aussi qu'il y en a dans plusieurs rivières des diocèses d'Uzès et de Montpellier : ces grains et paillettes d'or qui se trouvent dans les rivières et terres adjacentes viennent, comme je l'ai dit, des mines renfermées dans les montagnes voisines; mais on ne connoît actuellement qu'un très petit nombre de ces mines en montagne [1]. Il y en a une dans les Vosges, près de Steingraben, où l'on a trouvé des feuilles d'or vierge d'un haut titre, dans un *spath* fort blanc; une autre à Saint-Marcel-lez-Jus-

1. Le pays des Tarbelliens, que quelques uns disent être le territoire de Tarbes, d'autres celui de Dax, produisoit autrefois de l'or, suivant le témoignage de Strabon.

sey en Franche-Comté, que l'éboulement des terres n'a pas permis de suivre. Les Romains ont travaillé des mines d'or à la montagne d'Orel en Dauphiné; et l'on connoît encore aujourd'hui une mine d'argent tenant or à l'Ermitage, au dessus de Tain, et dans les montagnes du Pontel en Dauphiné. On en a aussi reconnu à Banjoux en Provence; à Londat, à Rivière et à la montagne d'Argentière, dans le comté de Foix; dans le Bigorre, en Limosin, en Auvergne, et même en Normandie et dans l'Ile-de-France. Toutes ces mines et plusieurs autres étoient autrefois bien connues, et même exploitées; mais l'augmentation de la quantité du métal venu de l'étranger a fait abandonner le travail de ces mines, dont le produit n'auroit pu payer la dépense, tandis que, anciennement, ce même travail étoit très profitable.

En Hongrie il y a plusieurs mines d'or dont on tireroit un grand produit, si ce métal n'étoit pas devenu si commun. La plupart de ces mines sont travaillées depuis long-temps, surtout dans les montagnes de Cremenitz et de Schemnitz, où l'on trouve encore de temps en temps quelques nouveaux filons; il y en avoit sept en exploitation dans le temps d'Alphonse Barba, qui dit que la plus riche étoit celle de Cremenitz; elle est d'une grande étendue, et l'on assure qu'on y travaille depuis plus de mille ans : on l'a fouillée dans plusieurs endroits à plus de cent soixante brasses de profondeur. Il y a aussi des mines d'or en Transylvanie, dans lesquelles on a trouvé de l'or vierge. Rzaczynski parle des mines des monts Krapacks, et entre autres d'une veine fort riche dont l'or est en poudre. En Suède on a découvert quelques mines

d'or; mais le minerai n'a rendu que la trente-deuxième partie d'une once par quintal. Enfin on a aussi reconnu de l'or en Suisse, dans plusieurs endroits de la Valteline, et particulièrement dans la montagne de l'Oro, qui en a tiré son nom. L'on en trouve aussi dans le canton d'Underwald. Plusieurs rivières dans les Alpes en roulent des paillettes; le Rhin dans le pays des Grisons, la Reuss, l'Aar, et plusieurs autres, aux cantons de Lucerne, de Soleure, etc. Le Tage et quelques autres fleuves d'Espagne ont été célébrés par les anciens, à cause de l'or qu'ils roulent; et il n'est pas douteux que toutes ces paillettes et grains d'or que l'on trouve dans les eaux qui découlent des Alpes, des Pyrénées, et des montagnes intermédiaires, ne proviennent des mines primitives renfermées dans ces montagnes, et que si l'on pouvoit suivre ces courants d'eau chargés d'or jusqu'à leur source, on ne seroit pas éloigné du lieu qui les recèle : mais, je le répète, ces travaux seroient maintenant très inutiles, et leur produit bien superflu. J'observerai seulement, d'après l'exposition qui vient d'être faite, que les rivières aurifères sont plus souvent situées au couchant qu'au levant des montagnes. La France, qui est à l'ouest des Alpes, a beaucoup plus de cet or de transport que l'Italie et l'Allemagne, qui sont situées à l'est. Nous verrons, par l'examen des régions où l'on recueille l'or en paillettes, si cette observation doit être présentée comme un fait général.

La plupart des peuples de l'Asie ont anciennement tiré de l'or du sein de la terre, soit dans les montagnes qui produisent ce métal, soit dans les rivières qui en charrient les débris. Il y en a une mine en

Turquie, à peu de distance du chemin de Salonique à Constantinople, qui, du temps du voyageur Paul Lucas, étoit en pleine exploitation, et affermée par le grand-seigneur. L'île de *Thasos*, aujourd'hui *Thaso*, dans l'Archipel, étoit célèbre chez les anciens, à cause de ses riches mines d'or : Hérodote en parle, et dit aussi qu'il y avoit beaucoup d'or dans les montagnes de la Thrace, dont l'une s'éboula par la sape des grands travaux qu'on y avoit faits pour en tirer ce métal. Ces mines de l'île de Thaso sont actuellement abandonnées; mais il y en a une dans le milieu de l'île de Chypre, près de la ville de Nicosie, d'où l'on tire encore beaucoup d'or.

Dans la Mingrélie, à six journées de Tiflis, il y a des mines d'or et d'argent; on en trouve aussi dans la Perse, auxquelles il paroît qu'on a travaillé anciennement : mais on les a abandonnées comme en Europe, parce que la dépense excédoit le produit; et aujourd'hui tout l'or et l'argent de Perse vient des pays étrangers.

Les montagnes qui séparent le Mogol de la Tartarie sont riches en mines d'or et d'argent : les habitants de la Bucharie recueillent ces métaux dans le sable des torrents qui tombent de ces montagnes. Dans le Thibet, au delà du royaume de Cachemire, il y a trois montagnes dont l'une produit de l'or, la seconde des grenats, et la troisième du lapis : il y a aussi de l'or au royaume de Tipra et dans plusieurs rivières de la dépendance du grand-lama, et la plus grande partie de cet or est transportée à la Chine. On a reconnu des mines d'or et d'argent dans le pays d'Azem, sur les frontières du Mogol. Le royaume de Siam est l'un des

pays du monde où l'or paroît le plus commun; mais nous n'avons aucune notice sur les mines de cette contrée. La partie de l'Asie où l'on trouve le plus d'or est l'île de Sumatra : les habitants d'Achem en recueillent sur le penchant des montagnes, dans les ravines creusées par les eaux; cet or est en petits morceaux, et passe pour être très pur. D'autres voyageurs disent au contraire que cet or d'Achem est de très bas aloi, même plus bas que celui de la Chine; ils ajoutent qu'il se trouve à l'ouest ou sud-ouest de l'île, et que quand les Hollandois vont y chercher le poivre, les paysans leur en apportent une bonne quantité : d'autres mines d'or dans la même île se trouvent dans les environs de la ville de Tikon; mais aucun voyageur n'a donné d'aussi bons renseignements sur ces mines que M. Hermann Grimm, qui a fait sur cela, comme sur plusieurs autres sujets d'histoire naturelle, de très bonnes obsrevations.

L'île de Célèbes ou de Macassar produit aussi de l'or, que l'on tire du sable des rivières. Il en est de même de l'île de Bornéo; et dans les montagnes de l'île de Timor il se trouve de l'or très pur. Il y a aussi quelques mines d'or et d'argent aux Maldives, à Ceylan, et dans presque toutes les îles de la mer des Indes jusqu'aux îles Philippines, d'où les Espagnols en ont tiré une quantité assez considérable.

Dans la partie méridionale du continent de l'Asie on trouve, comme dans les îles, de très riches mines d'or, à Camboye, à la Cochinchine, au Tunquin, à la Chine, où plusieurs rivières en charrient : mais, selon les voyageurs, cet or de la Chine est d'assez bas aloi; ils assurent que les Chinois apportent à Manille

de l'or qui est très blanc, très mou, et qu'il faut allier avec un cinquième de cuivre rouge pour lui donner la couleur et la consistance nécessaires dans les arts. Les îles du Japon et celle de Formose sont peut-être encore plus riches en mines d'or que la Chine. Enfin l'on trouve de l'or jusqu'en Sibérie; en sorte que ce métal, quoique plus abondant dans les contrées méridionales de l'Asie, ne laisse pas de se trouver aussi dans les régions de cette grande partie du monde.

Les terres de l'Afrique sont plus intactes et par conséquent plus riches en or que celles de l'Asie. Les Africains en général, beaucoup moins civilisés que les Asiatiques, se sont rarement donné la peine de fouiller la terre à de grandes profondeurs; et quelque abondantes que soient les mines d'or dans leurs montagnes, ils se sont contentés d'en recueillir les débris dans les vallées adjacentes, qui étoient et même sont encore très richement pourvues de ce métal. Dès l'année 1442, les Maures voisins du cap Baïador offrirent de la poudre d'or aux Portugais, et c'étoit la première fois que les Européens eussent vu de l'or en Afrique. La recherche de ce métal suivit de près ces offres; car en 1461 on fit commerce de l'*or de la mina* (or de la mine), au cinquième degré de latitude nord, sur cette même côte qu'on a depuis nommée la *côte d'Or*. Il y avoit néanmoins de l'or dans les parties de l'Afrique anciennement connues, et dans celles qui avoient été découvertes long-temps avant le cap Baïador : mais il y a toute apparence que les mines n'en avoient pas été fouillées, ni même reconnues; car le voyageur Roberts est le premier qui ait

indiqué des mines d'or dans les îles du cap Vert. La côte d'Or est encore aujourd'hui l'une des parties de l'Afrique qui produit la plus grande quantité de ce métal : la rivière d'Axim en charrie des paillettes et des grains qu'elle dépose dans le sable en assez grande quantité pour que les Nègres prennent la peine de plonger et de tirer ce sable du fond de l'eau. On recueille aussi beaucoup d'or par le lavage dans les terres du royaume de Kanon, à l'est et au nord-est de Galam, où il se trouve presque à la surface du terrain. Il y en a aussi dans le royaume de Tombut, ainsi qu'à Gago et à Zanfara. Il y en a de même dans plusieurs endroits de la Guinée, et dans les terres voisines de la rivière de Gambra, ainsi qu'à la côte des Dents. Il y a aussi un grand nombre de mines d'or dans le royaume de Butna, qui s'étend depuis les montagnes de la Lune jusqu'à la rivière de Maguika, et un plus grand nombre encore dans le royaume de Bambouc.

Tavernier fait mention d'un morceau d'or naturel, ramifié en forme d'arbrisseau, qui seroit le plus beau morceau qu'on ait jamais vu dans ce genre, si son récit n'est pas exagéré. Pyrard dit aussi avoir vu une branche d'or massif et pur, longue d'une coudée, et branchue comme du corail, qui avoit été trouvée dans la rivière de Couesme ou Couama, autrement appelée *rivière Noire*, à Sofala. Dans l'Abyssinie, la province de Gojam est celle où se trouvent les plus riches mines d'or. On porte ce métal, tel qu'on le tire de la mine, à Gondar, capitale du royaume, et on l'y travaille pour le purifier et le fondre en lingots. Il se trouve aussi en Éthiopie, près d'Helem, de l'or dissé-

miné dans les premières couches de la terre, et cet or est très fin. Mais la contrée de l'Afrique la plus riche, ou du moins la plus anciennement célèbre par son or, est celle de Sofala et du Monomotapa. On croit, dit Marmol, que le pays d'Ophir, d'où Salomon tiroit l'or pour orner son temple, est le pays même de Sofala. Cette conjecture seroit un peu mieux fondée en la faisant tomber sur la province du Monomotapa qui porte encore actuellement le nom d'*Ophur* ou *Ofur*. Quoi qu'il en soit, cette abondance d'or à Sofala et dans le pays d'Ofur au Monomotapa ne paroît pas encore avoir diminué, quoiqu'il y ait toute apparence que de temps immémorial la plus grande partie de l'or qui circuloit dans les provinces orientales de l'Afrique, et même en Arabie, venoit de ce pays de Sofala. Les principales mines sont situées dans les montagnes, à cinquante lieues et plus de distance de la ville de Sofala : les eaux qui découlent de ces montagnes entraînent une infinité de paillettes d'or et de grains assez gros. Ce métal est de même très commun à Mosambique. Enfin l'île de Madagascar participe aussi aux richesses du continent voisin : seulement il paroît que l'or de cette île est d'assez bas aloi, et qu'il est mêlé de quelques matières qui le rendent blanc et lui donnent de la mollesse et plus de fusibilité.

L'on doit voir assez évidemment, par cette énumération de toutes les terres qui ont produit et produisent encore de l'or, tant en Europe qu'en Asie et en Afrique, combien peu nous étoit nécessaire celui du Nouveau-Monde : il n'a servi qu'à rendre presque nulle la valeur du nôtre ; il n'a même augmenté que pendant un temps assez court la richesse de ceux qui

le faisoient extraire pour nous l'apporter. Ces mines ont englouti les nations américaines et dépeuplé l'Europe. Quelle différence pour la nature et pour l'humanité, si les myriades de malheureux qui ont péri dans ces fouilles profondes des entrailles de la terre eussent employé leurs bras à la culture de sa surface! ils auroient changé l'aspect brut et sauvage de leurs terres informes en guérets réguliers, en riantes campagnes, aussi fécondes qu'elles étoient stériles et qu'elles le sont encore : mais les conquérants ont-ils jamais entendu la voix de la sagesse, ni même le cri de la pitié! leurs seules vues sont la déprédation et la destruction; ils se permettent tous les excès du fort contre le foible; la mesure de leur gloire est celle de leurs crimes, et leur triomphe l'opprobre de la vertu. En dépeuplant ce nouveau monde, ils l'ont défiguré et presque anéanti; les victimes sans nombre qu'ils ont immolées à leur cupidité malentendue auront toujours des voix qui réclameront à jamais contre leur cruauté : tout l'or qu'on a tiré de l'Amérique pèse peut-être moins que le sang humain qu'on y a répandu.

Comme cette terre étoit de toutes la plus nouvelle, la plus intacte, et la plus récemment peuplée, elle brilloit encore, il y a trois siècles, de tout l'or et l'argent que la nature y avoit versés avec profusion : les naturels n'en avoient ramassé que pour leur commodité, et non par besoin ni par cupidité; ils en avoient fait des instruments, des vases, des ornements, et non pas des monnoies ou des signes de richesse exclusifs : ils en estimoient la valeur par l'usage, et auroient préféré notre fer, s'ils eussent eu l'art de l'employer.

Quelle dût être leur surprise lorsqu'ils virent des hommes sacrifier la vie de tant d'autres hommes et quelquefois la leur propre, à la recherche de cet or que souvent ils dédaignoient de mettre en œuvre! Les Péruviens rachetèrent leur roi, que cependant on ne leur rendit pas, pour plusieurs milliers pesant d'or; les Mexicains en avoient fait à peu près autant, et furent trompés de même : et pour couvrir l'horreur de ces violations, ou plutôt pour étouffer les germes d'une vengeance éternelle, on finit par exterminer presque en entier ces malheureuses nations; car à peine reste-t-il la millième partie des anciens peuples auxquels appartenoient ces terres, sur lesquelles leurs descendants, en très petit nombre, languissent dans l'esclavage, ou mènent une vie fugitive. Pourquoi donc n'a-t-on pas préféré de partager avec eux ces terres qui faisoient leur domaine? pourquoi ne leur en céderoit-on pas quelque portion aujourd'hui, puisqu'elles sont si vastes et plus d'aux trois quarts incultes, d'autant qu'on n'a plus rien à redouter de leur nombre? Vaines représentations, hélas! en faveur de l'humanité : le philosophe pourra les approuver; mais les hommes puissants daigneront-ils les entendre?

Laissons donc cette morale affligeante, à laquelle je n'ai pu m'empêcher de revenir à la vue du triste spectacle que nous présentent les travaux des mines en Amérique : je n'en dois pas moins indiquer ici les lieux où elles se trouvent, comme je l'ai fait pour les autres parties du monde; et, à commencer par l'île de Saint-Domingue, nous trouverons qu'il y a des mines d'or dans une montagne près de la ville de San-Iago-de-los-Caballeros, et que les eaux qui

en descendent entraînent et déposent de gros grains d'or ; qu'il y en a de même dans l'île de Cuba et dans celle de Sainte-Marie, dont les mines ont été découvertes au commencement du siècle dernier. Les Espagnols ont autrefois employé un grand nombre d'esclaves au travail de ces mines : outre l'or que l'on tiroit du sable, il s'en trouvoit souvent d'assez gros morceaux comme enchâssés naturellement dans les rochers. L'île de la Trinité a aussi des mines et des rivières qui fournissent de l'or.

Dans le continent, à commencer par l'isthme de Panama, les mines d'or se trouvent en grand nombre ; celles du Darien sont les plus riches, et fournissent plus que celles de Veragua et de Panama. Indépendamment du produit des mines en montagnes, les rivières de cet isthme donnent aussi beaucoup d'or en grains, en paillettes, et en poudre, ordinairement mêlé d'un sable ferrugineux qu'on en sépare avec l'aimant. Mais c'est au Mexique où l'or s'est trouvé répandu avec le plus de profusion. L'une des mines les plus fameuses est celle de Mezquital, dont nous avons déjà parlé. La pierre de cette mine, dit M. Bowles, est un quartz blanc mêlé en moindre quantité avec un quartz couleur de bois ou de corne, qui fait feu contre l'acier : on y voit quelques petites taches vertes, lesquelles ne sont que des cristaux qui ressemblent aux émeraudes en groupes, et dont l'intérieur contient de petits grains d'or. Presque toutes les autres provinces du Mexique ont aussi des mines d'or, ou des mines d'argent plus ou moins mêlé d'or. Selon le même M. Bowles, celle de Mezquital, quoique la meilleure, ne donne au quintal que trente on-

ces d'argent et vingt-deux grains d'or et demi. Mais il y a apparence qu'il a été mal informé sur la nature et le produit de cette mine; car si elle ne tenoit en effet que vingt-deux grains d'or et demi sur trente onces d'argent par quintal, ce qui ne feroit pas six grains d'or par marc d'argent, on n'en feroit pas le départ à la Monnoie de Mexico, puisqu'il est réglé par les ordonnances qu'on ne séparera que l'argent tenant par marc vingt-sept grains d'or et au dessus, et qu'autrefois il falloit trente grains pour qu'on en fît le départ; ce qui est, comme l'on voit, une très petite quantité d'or en comparaison de celle de l'argent; et cet argent du Mexique, restant toujours mêlé d'un peu d'or, même après les opérations du départ, est plus estimé que celui du Pérou, surtout plus que celui des mines de Sainte-Pécaque, que l'on transporte à Compostelle.

Les relateurs s'accordent à dire que la province de Carthagène fournissoit autrefois beaucoup d'or, et l'on y voit encore des fouilles et des travaux très anciens; mais ils sont actuellement abandonnés. C'est au Pérou que le travail de ces mines est aujourd'hui en pleine exploitation. Frézier remarque seulement que les mines d'or sont assez rares dans la partie méridionale de ce royaume, mais que la province de Popayan en est remplie, et que l'ardeur pour les exploiter semble être toujours la même. M. d'Ulloa dit que chaque jour on y découvre de nouvelles mines qu'on s'empresse de mettre en valeur, et nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ici ce que ce savant naturaliste péruvien a écrit sur les mines de son pays. « Les *partidos* ou districts de *Celi*, de *Buga*, d'*Almaguer*, et

de *Barbocoas*, sont, dit-il, les plus abondants en métal, avec l'avantage que l'or y est très pur, et qu'on n'a pas besoin d'y employer le mercure pour le séparer des parties étrangères. Les mineurs appellent *minas de Caxa* celles où le minéral est renfermé entre des pierres. Celles de Popayan ne sont pas dans cet ordre ; car l'or s'y trouve répandu dans les terres et les sables.... Dans le bailliage de *Choco*, outre les mines qui se traitent au lavoir, il s'en trouve quelques unes où le minerai est enveloppé d'autres matières métalliques et de sucs bitumineux dont on ne peut le séparer qu'au moyen du mercure. La *platine* est un autre obstacle qui oblige quelquefois d'abandonner les mines : on donne ce nom à une pierre si dure, que, ne pouvant la briser sur une enclume d'acier ni la réduire par la calcination, on ne peut tirer le minerai qu'elle renferme qu'avec un travail et des frais extraordinaires. Entre toutes ces mines, il y en a plusieurs où l'or est mêlé d'un *tombac* aussi fin que celui de l'Orient, avec la propriété singulière de ne jamais engendrer de vert-de-gris et de résister aux acides.

» Dans le bailliage de *Zaruma* au Pérou, l'or des mines est de si bas aloi, qu'il n'est quelquefois qu'à dix-huit et même à seize karats; mais cette mauvaise qualité est réparée par l'abondance.... Le gouvernement de *Jaën de Bracamoros* a des mines de la même espèce, qui rendoient beaucoup il y a un siècle..... Autrefois il y avoit quantité de mines d'or ouvertes dans la province de Quito, et plus encore de mines d'argent..... On a recueilli des grains d'or dans les ruisseaux qui tirent leur source de la montagne de *Pitchincha ;* mais rien ne marque qu'on y ait ouvert

des mines..... Le pays de *Pattactanga*, dans la juridiction de *Riobamba*, est si rempli de mines, qu'en 1743 un habitant de cette ville avoit fait enregistrer pour son seul compte dix-huit veines d'or et d'argent toutes riches et de bon aloi. L'une de ces mines d'argent rendoit quatre-vingts marcs par cinquante quintaux de minerai, tandis qu'elles passent pour riches quand elles en donnent huit à dix marcs.... Il y a aussi des mines d'or et d'argent dans les montagnes de la juridiction de *Cuença*, mais qui rendent peu. Les gouvernements de *Quixos* et de *Macas* sont riches en mines; ceux de *Marinas* et d'*Atamès* en ont aussi d'une grande valeur... Les terres arrosées par quelques rivières qui tombent dans le Maragnon, et par les rivières de *San-Iago* et de *Mira*, sont remplies de veines d'or. »

Les anciens historiens du Nouveau-Monde, et entre autres le P. Acosta, nous ont laissé quelques renseignements sur la manière dont la nature a disposé l'or dans ces riches contrées; on le trouve sous trois formes différentes : 1° en grains ou *pépites*, qui sont des morceaux massifs et sans mélange d'autre métal; 2° en poudre; 3° dans des pierres. « J'ai vu, dit cet historien, quelques unes de ces pépites qui pesoient plusieurs livres. L'or, dit-il, a par excellence sur les autres métaux de se trouver pur et sans mélange; cependant, ajoute-t-il, on trouve quelquefois des pépites d'argent tout-à-fait pures : mais l'or en pépites est rare en comparaison de celui qu'on trouve en poudre. L'or en pierre est une veine d'or infiltrée dans la pierre, comme je l'ai vu à *Caruma*, dans le gouvernement des salines... Les anciens ont célébré les fleuves qui rouloient de

l'or ; savoir, le Tage en Espagne, le Pactole en Asie, et le Gange aux Indes orientales. Il y a de même dans les rivières des îles de Barlovento, de Cuba, Porto-Rico, et Saint-Domingue, de l'or mêlé dans leurs sables.... Il s'en trouve aussi dans les torrents au Chili, à Quito, et au nouveau royaume de Grenade. L'or qui a le plus de réputation est celui de *Caranava* au Pérou, et celui de *Valdivia* au Chili, parce qu'il est très pur et de vingt-trois karats et demi. L'on fait aussi état de l'or de *Veragua*, qui est très fin : celui de la Chine et des Philippines, qu'on apporte en Amérique, n'est pas, à beaucoup près, aussi pur. »

Le voyageur Wafer raconte qu'on trouve de même une grande quantité d'or dans les sables de la rivière de *Coquimbo* au Pérou, et que le terrain voisin de la baie où se décharge cette rivière dans la mer est comme poudré de poussière d'or, *au point*, dit-il, *que quand nous y marchions, nos habits en étoient couverts; mais cette poudre étoit si menue, que c'eût été un ouvrage infini de vouloir la ramasser.* « La même chose nous arriva, continue-t-il, dans quelques autres lieux de cette même côte, où les rivières amènent de cette poudre avec le sable ; mais l'or se trouve en paillettes et en grains plus gros à mesure que l'on remonte ces rivières aurifères vers leurs sources. »

Au reste, il paroît que les grains d'or que l'on trouve dans les rivières ou dans les terres adjacentes n'ont pas toujours leur brillant jaune et métallique ; ils sont souvent teints d'autres couleurs, brunes, grises, etc. : par exemple, on tire des ruisseaux du pays d'*Arecaja* de l'or en forme de dragées de plomb, et qui ressemblent à ce métal par leur couleur grise ; on

trouve aussi de cet or gris dans les torrents de *Coroyeo* : celui que les eaux roulent dans le pays d'Arecaja vient probablement des mines de la provine de *Carabaja*, qui en est voisine ; et c'est l'une des contrées du Pérou qui est la plus abondante en or fin, qu'Alphonse Barba dit être de vingt-trois karats trois grains, ce qui seroit à très peu près aussi pur que notre or le mieux raffiné.

Les terres du Chili sont presque aussi riches en or que celles du Mexique et du Pérou. On a trouvé à douze lieues vers l'est de la ville de la Conception des pépites d'or, dont quelques unes étoient du poids de huit ou dix marcs, et de très haut aloi. On tiroit autrefois beaucoup d'or vers Angol, à dix ou douze lieues plus loin, et l'on pourroit en recueillir en mille autres endroits; car tout cet or est dans une terre qu'il suffit de laver. Frézier, dont nous tirons cette indication, en a donné plusieurs autres, avec un égal discernement, sur les mines des diverses provinces du Chili. On trouve encore de l'or dans les terres qu'arrosent le Maragnon, l'Orénoque, etc.; il y en a aussi dans quelques endroits de la Guiane. Enfin les Portugais ont découvert et fait travailler depuis près d'un siècle les mines du Brésil et du Paraguay, qui se sont trouvées, dit-on, encore plus riches que celles du Mexique et du Pérou. Les mines les plus prochaines de Rio-Janeiro, où l'on apporte ce métal, sont à une assez grande distance de cette ville. M. Cook dit qu'on ne sait pas au juste où elles sont situées, et que les étrangers ne peuvent les visiter, parce qu'il y a une garde continuelle sur les chemins qui conduisent à ces mines : on sait seulement qu'on en tire beaucoup d'or, et que les travaux en

sont difficiles et périlleux; car on achète annuellement, pour le compte du roi, quarante mille Nègres qui ne sont employés qu'à les exploiter.

Selon l'amiral Anson, ce n'est qu'au commencement de ce siècle qu'on a trouvé de l'or au Brésil. On remarqua que les naturels du pays se servoient d'hameçons d'or pour la pêche, et on apprit d'eux qu'ils recueilloient cet or dans les sables et graviers que les pluies et les torrents détachoient des montagnes. « Il y a, dit ce voyageur, de l'or disséminé dans les terres basses, mais qui paie à peine les frais de la recherche, et les montagnes offrent des veines d'or engagées dans les rochers; mais le moyen le plus facile de se procurer de l'or, c'est de le prendre dans le limon des torrents qui en charrient. Les esclaves employés à cet ouvrage doivent fournir à leurs maîtres un huitième d'once par jour; le surplus est pour eux, et ce surplus les a souvent mis en état d'acheter leur liberté. Le roi a droit de quint sur tout l'or que l'on extrait des mines, ce qui va à trois cent mille livres sterling par an; et par conséquent la totalité de l'or extrait des mines chaque année est d'un million cinq cent mille livres sterling, sans compter l'or que l'on exporte en contrebande, et qui monte peut-être au tiers de cette somme. »

Nous n'avons aucun autre indice sur ces mines d'or si bien gardées par les ordres du roi de Portugal; quelques voyageurs nous disent seulement qu'au nord du fleuve *Jujambi* il y a des montagnes qui s'étendent de trente à quarante lieues de l'est à l'ouest sur dix à quinze lieues de largeur; qu'elles renferment plusieurs mines d'or; qu'on y trouve aussi ce

métal en grains et en poudre, et que son aloi est communément de vingt-deux karats : ils ajoutent qu'on y rencontre quelquefois des grains ou pépites qui pèsent deux ou trois onces.

Il résulte, de ces indications, qu'en Amérique comme en Afrique, et partout ailleurs où la terre n'a pas encore été épuisée par les recherches de l'homme, l'or le plus pur se trouve pour ainsi dire à la surface du terrain, en poudre, en paillettes, ou en grains, et quelquefois en pépites, qui ne sont que des grains plus gros et souvent aussi purs que des lingots fondus ; ces pépites et ces grains, ainsi que les paillettes et les poudres, ne sont que les débris plus ou moins brisés et atténués par le frottement de plus gros morceaux d'or arrachés par les torrents et détachés des veines métalliques de première formation : ils sont descendus en roulant du haut des moutagnes dans les vallées. Le quartz et les autres gangues de l'or, entraînés en même temps par le mouvement des eaux, se sont brisés, et ont, par leur frottement, divisé, comminué ces morceaux de métal, qui dès lors se sont trouvés isolés, et se sont arrondis en grains ou atténués en paillettes par la continuité du frottement dans l'eau ; et enfin ces mêmes paillettes, encore plus divisées, ont formé les poudres plus ou moins fines de ce métal. On voit aussi des agrégats assez grossiers de parcelles d'or qui paroissent s'être réunies par la stillation et l'intermède de l'eau, et qui sont plus ou moins mélangées de sables ou de matières terreuses rassemblées et déposées dans quelque cavité, où ces parcelles métalliques n'ont que peu d'adhésion avec la terre et le sable dont elles sont mélangées; mais

toutes ces petites masses d'or, ainsi que les grains, les paillettes et les poudres de ce métal, tirent également leur origine des mines primordiales, et leur pureté dépend en parrtie de la grande division que ces grains métalliques ont subie en s'exfoliant et se comminuant par les frottements qu'ils n'ont cessé d'essuyer depuis leur séparation de la mine jusqu'aux lieux où ils ont été entraînés : car cet or arraché de ses mines et roulé dans le sable des torrents a été choqué et divisé par tous les corps durs qui se sont rencontrés sur sa route ; et plus ces particules d'or auront été atténuées, plus elles auront acquis de pureté en se séparant de tout alliage par cette division mécanique, qui, dans l'or, va pour ainsi dire à l'infini : il est d'autant plus pur qu'il est plus divisé ; et cette différence se remarque en comparant ce métal en paillettes ou en poudre avec l'or des mines ; car il n'est qu'à vingt-deux karats dans les meilleures mines en montagnes, souvent à dix-neuf ou vingt, et quelquefois à seize et même à quatorze, tandis que communément l'or en paillettes est à vingt-trois karats, et rarement au dessous de vingt. Comme ce métal est toujours plus ou moins allié d'argent dans ses mines primordiales, et quelquefois d'argent mêlé d'autres matières métalliques, la très grande division qu'il éprouve par les frottements, lorsqu'il est détaché de sa mine, le sépare de ces alliages naturels, et le rend d'autant plus pur qu'il est réduit en atomes plus petits ; en sorte qu'au lieu du bas aloi que l'or avoit dans sa mine il prend un plus haut titre à mesure qu'il s'en éloigne, et cela par la séparation, et, pour ainsi dire, par le départ mécanique de toute matière étrangère.

Il y a donc double avantage à ne recueillir l'or qu'au pied des montagnes et dans les eaux courantes qui ont entraîné les parties détachées des mines primitives : ces parties détachées peuvent former par leur accumulation des mines secondaires en quelques endroits. L'extraction du métal, qui, dans ces sortes de mines, ne sera mêlé que de sable ou de terre, sera bien plus facile que dans les mines primordiales, où l'or se trouve toujours engagé dans le quartz et le roc le plus dur. D'autre côté, l'or de ces mines de seconde formation sera toujours plus pur que le premier; et vu la quantité de ce métal dont nous sommes actuellement surchargés, on devroit au moins se borner à ne ramasser que cet or déjà purifié par la nature, et réduit en poudre, en paillettes, ou en grains, et seulement dans les lieux où le produit de ce travail seroit évidemment au dessus de sa dépense.

DE L'ARGENT.

Nous avons dit que, dans la nature primitive, l'argent et l'or n'ont fait généralement qu'une masse commune, toujours composée de l'un et l'autre de ces métaux, qui même ne sont jamais complètement séparés, mais seulement atténués, divisés par les agents extérieurs, et réduits en atomes si petits, que l'or s'est trouvé d'un côté, et a laissé de l'autre la plus grande partie de l'argent; mais, malgré cette séparation d'autant plus naturelle qu'elle est plus mécani-

que, nulle part on n'a trouvé de l'or exempt d'argent, ni d'argent qui ne contînt un peu d'or. Pour la nature, ces deux métaux sont du même ordre, et elle les a doués de plusieurs attributs communs; car quoique leur densité soit très différente [1], leurs autres propriétés essentielles sont les mêmes : ils sont également inaltérables, et presque indestructibles; l'un et l'autre peuvent subir l'action de tous les éléments sans en être altérés; tous deux se fondent et se subliment à peu près au même degré de feu [2]; ils n'y perdent guère plus l'un que l'autre [3]; ils résistent à toute

1 « Un pied cube d'argent pèse 720 livres; un pied cube d'or, 1348 livres. Le premier ne perd dans l'eau qu'un onzième de son poids, et l'autre entre un dix-neuvième et un vingtième. » (*Dictionnaire de Chimie,* articles de l'*or* et de l'*argent.*) J'observerai que ces proportions ne sont pas exactes; car en supposant que l'or perde un dix-neuvième et demi de son poids, et que l'argent ne perde qu'un onzième, si le pied cube d'or pèse 1348 livres, le pied cube d'argent doit peser 760 livres seize trentièmes. M. de Bomare, dans son *Dictionnaire d'histoire naturelle,* dit que le pouce cube d'argent pèse six onces 5 gros 26 grains, ce qui ne feroit qu'un peu plus de 718 livres le pied cube, tandis que dans sa *Minéralogie,* tome II, page 210, il dit que le pied cube d'argent pèse 11523 onces, ce qui fait 720 livres 3 onces pour le pied cube. Les estimations données par M. Brisson sont plus justes : le pied cube d'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse, selon lui, 1348 livres 1 once 41 grains, et le pied cube d'or à 24 karats, fondu et battu, pèse 1355 livres 5 onces 60 grains; le pied cube d'argent à 12 deniers, fondu et non battu, pèse 733 livres 3 onces 1 gros 52 grains, et le pied cube du même argent à 12 deniers, c'est-à-dire aussi pur qu'il est possible, pèse, lorsqu'il est forgé ou battu, 735 livres 11 onces 7 gros 43 grains.

2. On est assuré de cette sublimation de l'or et de l'argent non seulement par mes expériences au miroir ardent, mais aussi par la quantité que l'on en recueille dans les suies des fourneaux d'affinage des monnoies.

3. Kunckel ayant tenu de l'or et de l'argent pendant quelques se-

sa violence sans se convertir en chaux [1]; tous deux ont aussi plus de ductilité que tous les autres métaux : seulement l'argent, plus foible en densité et moins compacte que l'or, ne peut prendre autant d'extension [2]; et de même, quoiqu'il ne soit pas susceptible d'une véritable rouille par les impressions de l'air et de l'eau, il oppose moins de résistance à l'action des

maines en fusion, assure que l'or n'avoit rien perdu de son poids ; mais il avoue que l'argent avoit perdu quelques grains. Il a mal à propos oublié de dire sur quelle quantité.

1. L'argent tenu au foyer d'un miroir ardent se couvre, comme l'or, d'une pellicule vitreuse ; mais M. Macquer, qui a fait cette expérience, avoue qu'on n'est pas encore assuré si cette vitrification provient des métaux ou de la poussière de l'air. (*Dictionnaire de Chimie*, article *argent.*)

2. « Un fil d'argent d'un dixième de pouce de diamètre ne soutient, avant de rompre, qu'un poids de 270 livres, au lieu qu'un pareil fil d'or soutient 500 livres.... On peut réduire un grain d'argent en une lame de trois aunes, c'est-à-dire de 126 pouces de longueur *sur* 2 *pouces* de largeur, ce qui fait une étendue de 262 pouces carrés ; et dès lors avec une once d'argent, c'est-à-dire 576 grains, on pourroit couvrir un espace de 504 pieds carrés. » (*Expériences de Muschenbroek.*)

Il y a certainement ici une faute d'impression qui tombe sur les mots *deux pouces de largeur :* ce fil d'argent n'avoit en effet que 2 lignes, et non pas 2 pouces, et par conséquent 26 pouces carrés d'étendue, au lieu de 126 ; d'après quoi l'on voit que 576 grains ou 1 once d'argent ne peuvent en effet s'étendre que sur 104 et non pas sur 504 pieds carrés, et c'est encore beaucoup plus que la densité de ce métal ne paroît l'indiquer, puisqu'une once d'or ne s'étend que sur 106 pieds carrés : dès lors, en prenant ces deux faits pour vrais, la ductilité de l'argent est presque aussi grande que celle de l'or, quoique sa densité et sa ténacité soient beaucoup moindres. Il y a aussi toute apparence qu'Alphonse Barba se trompe beaucoup en disant que l'or est cinq fois plus ductile que l'argent : il assure qu'une once d'argent s'étend en un fil de 2400 aunes de longueur ; que cette longueur peut être couverte par 6 grains et demi d'or ; et qu'on peut dilater l'or au point qu'une once de ce métal couvrira plus de dix arpents de terre.

acides, et n'exige pas, comme l'or, la réunion de deux puissances actives pour entrer en dissolution ; le foie de soufre le noircit et le rend aigre et cassant : l'argent peut donc être attaqué dans le sein de la terre plus fortement et bien plus fréquemment que l'or, et c'est par cette raison que l'on trouve assez communément de l'argent minéralisé, tandis qu'il est extrêmement rare de trouver l'or dans cet état d'altération ou de minéralisation.

L'argent, quoiqu'un peu plus fusible que l'or, est cependant un peu plus dur et plus sonore : le blanc éclatant de sa surface se ternit, et même se noircit, dès qu'elle est exposée aux vapeurs des matières inflammables, telles que celles du soufre, du charbon, et à la fumée des substances animales ; si même il subit long-temps l'impression de ces vapeurs sulfureuses, il se minéralise, et devient semblable à la mine que l'on connoît sous le nom d'*argent vitré*.

Les trois propriétés communes à l'or et à l'argent, qu'on a toujours regardés comme les seuls métaux parfaits, sont la ductilité, la fixité au feu, et l'inaltérabilité à l'air et dans l'eau. Par toutes les autres qualités l'argent diffère de l'or, et peut souffrir des changements et des altérations auxquels ce premier métal n'est pas sujet. On trouve à la vérité de l'argent qui, comme l'or, n'est point minéralisé, mais c'est proportionnellement en bien moindre quantité ; car, dans ses mines primordiales, l'argent, toujours allié d'un peu d'or, est très souvent mélangé d'autres matières métalliques, et particulièrement de plomb et de cuivre : on regarde même comme des mines d'argent toutes celles de plomb ou de cuivre qui con-

tiennent une certaine quantité de ce métal ; et dans les mines secondaires produites par la stillation et le dépôt des eaux, l'argent se trouve souvent attaqué par les sels de la terre, et se présente dans l'état de minéralisation sous différentes formes ; on peut voir par les listes des nomenclateurs en minéralogie, et particulièrement par celle que donne Wallérius, combien ces formes sont variées, puisqu'il en compte dix sortes principales, et quarante-neuf variétés dans ces dix sortes : je dois cependant observer qu'ici, comme dans tout autre travail des nomenclateurs, il y a toujours beaucoup plus de noms que de choses.

Dans la plupart des mines secondaires l'argent se présente en forme de minerai pyriteux, c'est-à-dire mêlé et pénétré des principes du soufre, ou bien altéré par le foie de soufre, et quelquefois par l'arsenic [1].

L'acide nitreux dissout l'argent plus puissamment qu'aucun autre ; l'acide vitriolique le précipite de cette dissolution, et forme avec lui de très petits cristaux qu'on pourroit appeler du *vitriol d'argent;* l'acide marin qui le dissout aussi, en fait des cristaux

1. « La mine d'argent rouge est minéralisée par l'arsenic et le soufre ; elle est d'un rouge plus ou moins vif, tantôt transparente comme un rubis, tantôt opaque et plus ou moins obscure : elle est cristallisée de plusieurs manières ; la plus ordinaire est en prismes hexaèdres, terminés par des pyramides obtuses. (*Lettre de M. Demeste,* tome II, page 437.)

J'observerai que c'est à cette mine qu'il faut rapporter la seconde variété que M. Demeste a rapportée à la mine d'argent vitreux, puisqu'il dit lui-même que ce n'est qu'une modification de la mine d'argent rouge, et que cette mine vitreuse contient encore un peu d'arsenic ; qu'elle s'égrène sous le couteau, loin de s'y couper. Voyez *idem,* page 436.

plus gros, dont la masse réunie par la fusion se nomme *argent corné*, parce qu'il est à demi transparent comme de la corne.

La nature a produit, en quelques endroits, de l'argent sous cette forme ; on en trouve en Hongrie, en Bohême, et en Saxe, où il y a des mines qui offrent à la fois l'argent natif, l'argent rouge, l'argent vitré, et l'argent corné. Lorsque cette dernière mine n'est point altérée, elle est demi-transparente et d'un gris jaunâtre ; mais si elle a été attaquée par des vapeurs sulfureuses, ou par le foie de soufre, elle devient opaque et d'une couleur brune. L'argent minéralisé par l'acide marin se coupe presque aussi facilement que la cire : dans cet état il est très fusible ; une partie se volatilise à un certain degré de feu, ainsi que l'argent corné fait artificiellement, et l'autre partie qui ne s'est point volatilisée se revivifie très promptement.

Le soufre dissout l'argent par la fusion, et le réduit en une masse de couleur grise ; et cette masse ressemble beaucoup à la mine d'argent vitré, qui, comme celle de l'argent corné, est moins dure que ce métal, et peut se couper au couteau. L'or ne subit aucun de ces changements : on ne doit donc pas être étonné qu'on le trouve si rarement sous une forme minéralisée, et qu'au contraire dans toutes les mines de seconde formation, où les eaux et les sels de la terre ont exercé leur action, l'argent se présente dans différents états de minéralisation et sous des formes plus ou moins altérées ; il doit même être souvent mêlé de plusieurs matières étrangères métalliques ou terreuses, tandis que dans son état primordial il n'est

allié qu'avec l'or, ou mêlé de cuivre et de plomb. Ces trois métaux sont ceux avec lesquels l'argent paroît avoir le plus d'affinité ; ce sont du moins ceux avec lesquels il se trouve plus souvent uni dans son état de minerai. Il est bien plus rare de trouver l'argent uni avec le mercure, quoiqu'il ait aussi avec ce fluide métallique une affinité très marquée.

Suivant M. Gellert, qui a fait un grand travail sur l'alliage des minéraux et des demi-métaux, celui de l'or avec l'argent n'augmente que très peu en pesanteur spécifique : il n'y a donc que peu ou point de pénétration entre ces deux métaux fondus ensemble : mais dans l'alliage de l'argent avec le cuivre, qu'on peut faire de même en toute proportion, le composé de ces deux métaux devient spécifiquement plus pesant, tandis que l'alliage du cuivre avec l'or l'est sensiblement moins. Ainsi, dans l'alliage de l'argent et du cuivre, le volume diminue et la masse se resserre, au lieu que le volume augmente par l'extension de la masse dans celui de l'or et du cuivre. Au reste, le mélange du cuivre rend également l'argent et l'or plus sonores et plus durs, sans diminuer de beaucoup leur ductilité; on prétend même qu'il peut la leur conserver, lorsqu'on ne le mêle qu'en petite quantité, et qu'il défend ces métaux contre les vapeurs du charbon, qui, selon nos chimistes, en attaquent et diminuent la qualité ductile : cependant, comme nous l'avons déjà remarqué à l'article de l'or, on ne s'aperçoit guère de cette diminution de ductilité causée par la vapeur du charbon ; car il est d'usage, dans les monnoies, lorsque les creusets de fer, qui contiennent jusqu'à deux mille cinq cents marcs d'argent,

sont presque pleins de la matière en fusion ; il est, dis-je, d'usage d'enlever les couvercles de ces creusets pour achever de les remplir de charbon, et d'entretenir la chaleur par de nouveau charbon dont le métal est toujours recouvert, sans que l'on remarque aucune diminution de ductilité dans les lames qui résultent de cette fonte.

L'argent allié avec le plomb ainsi qu'avec l'étain devient spécifiquement plus pesant ; mais l'étain enlève à l'argent comme à l'or sa ductilité : le plomb entraîne l'argent dans la fusion, et le sépare du cuivre ; il a donc plus d'affinité avec l'argent qu'avec le cuivre. M. Gellert, et la plupart des chimistes après lui, ont dit que le fer s'allioit aussi très bien à l'argent Ce fait m'ayant paru douteux, j'ai prié M. de Morveau de le vérifier : il s'est assuré, par l'expérience, qu'il ne se fait aucune union intime, aucun alliage entre le fer et l'argent ; et j'ai vu moi-même, en voulant faire de l'acier damassé, que ces deux métaux ne peuvent contracter aucune union.

On sait que tous les métaux imparfaits peuvent se calciner et se convertir en une sorte de chaux, en les tenant long-temps en fusion, et les agitant de manière que toutes leurs parties fondues se présentent successivement à l'air ; on sait de plus que tous augmentent de volume et de poids en prenant cet état de chaux. Nous avons dit et répété [1] que cette augmentation de quantité provenoit uniquement des particules d'air fixées par le feu, et réunies à la substance du métal qu'elles ne font que masquer, puisqu'on peut tou-

1. Voyez le discours qui sert d'introduction à l'*Histoire des minéraux*.

jours lui rendre son premier état en présentant à cet air fixé quelques matières inflammables avec lesquelles il ait plus d'affinité qu'avec le métal : dans la combustion, cette matière inflammable dégage l'air fixé, l'enlève, et laisse par conséquent le métal sous sa première forme. Tous les métaux imparfaits et les demi-métaux peuvent ainsi se convertir en chaux : mais l'or et l'argent se sont toujours refusés à cette espèce de conversion, parce que apparemment ils ont moins d'affinité que les autres avec l'air, et que, malgré la fusion qui tient leurs parties divisées, ces mêmes parties ont néanmoins entre elles encore trop d'adhérence pour que l'air puisse les séparer et s'y incorporer; et cette résistance de l'or et de l'argent à toute action de l'air donne le moyen de purifier ces deux métaux par la seule force du feu; car il ne faut, pour les dépouiller de toute autre matière, qu'en agiter la fonte, afin de présenter à sa surface toutes les parties des autres matières qui y sont contenues, et qui bientôt, par leur calcination ou leur combustion, laisseront l'or ou l'argent seuls en fusion et sous leur forme métallique. Cette manière de purifier l'or et l'argent étoit anciennement en usage : mais on a trouvé une façon plus expéditive en employant le plomb, qui, dans la fonte de ces métaux, détruit, ou plutôt sépare, et réduit en scories toutes les autres matières métalliques [1] dont ils peuvent être mêlés et le plomb lui-même, se scorifiant avec les autres métaux dont il s'est saisi, il les sépare de l'or et de l'ar-

1. Il n'y a que le fer qui, comme nous l'avons dit à l'article de l'or, ne se sépare pas en entier par le moyen du plomb; il faut, suivant M. Pœrner, y ajouter du bismuth pour achever de scorifier le fer.

gent, les entraîne, ou plutôt les emporte, et s'élève avec eux à la surface de la fonte, où ils se calcinent et se scorifient tous ensemble par le contact de l'air, à mesure qu'on remue la matière en fusion, et qu'on en découvre successivement la surface qui ne se scorifieroit ni ne se calcineroit si elle n'étoit incessamment exposée à l'action de l'air libre : il faut donc enlever ou faire écouler ces scories à mesure qu'elles se forment; ce qui se fait aisément, parce qu'elles surnagent et surmontent toujours l'or et l'argent en fusion. Cependant on a encore trouvé une manière plus facile de se débarrasser de ces scories, en se servant de vaisseaux plats et évasés qu'on appelle *coupelles*, et qui, étant faits d'une matière sèche, poreuse et résistante au feu, absorbent dans leurs pores les scories, tant du plomb que des autres minéraux métalliques, à mesure qu'elles se forment; en sorte que les coupelles ne retiennent et ne conservent dans leur capacité extérieure que le métal d'or ou d'argent, qui, par la forte attraction de leurs parties constituantes, se forme et se présente toujours en une masse globuleuse appelée *bouton de fin*. Il faut une plus forte chaleur pour tenir ce métal fin en fusion que lorsqu'il étoit encore mêlé de plomb; car le bouton de fin se consolide presque subitement au moment que l'or et l'argent qu'il contient sont entièrement purifiés : on le voit donc tout à coup briller de l'éclat métallique; et ce coup de lumière s'appelle *coruscation* dans l'art de l'affineur, dont nous abrégeons ici les procédés, comme ne tenant pas directement à notre objet.

On a regardé comme argent natif tout celui qu'on trouve dans le sein de la terre sous sa forme de métal;

mais dans ce sens il faut en distinguer de deux sortes, comme nous l'avons fait pour l'or : la première sorte d'argent natif est celle qui provient de la fusion par le feu primitif, et qui se trouve quelquefois en grands morceaux, mais bien plus souvent en filets ou en petites masses feuilletées et ramifiées dans le quartz et autres matières vitreuses ; la seconde sorte d'argent natif est en grains, en paillettes ou en poudre, c'est-à-dire en débris qui proviennent de ces mines primordiales, et qui ont été détachés par les agents extérieurs, et entraînés au loin par le mouvement des eaux. Ce sont ces mêmes débris rassemblés qui, dans certains lieux, ont formé des mines secondaires d'argent, où souvent il a changé de forme en se minéralisant.

L'argent de première formation est ordinairement incrusté dans le quartz ; souvent il est accompagné d'autres métaux et de matières étrangères en quantité si considérable, que les premières fontes, même avec le secours du plomb, ne suffisent pas pour le purifier.

Après les mines d'argent natif, les plus riches sont celles d'argent corné et d'argent vitré : ces mines sont brunes, noirâtres ou grises ; elles sont flexibles, et même celle d'argent corné est extensible sous le marteau, à peu près comme le plomb : les mines d'argent rouge, au contraire, ne sont pas extensibles, mais cassantes ; ces dernières mines sont, comme les premières, fort riches en métal.

Nous allons suivre le même ordre que dans l'article de l'or, pour l'indication des lieux où se trouvent les principales mines d'où l'on tire l'argent. En France, on connoissoit assez anciennement celles des monta-

gnes des Vosges, ouvertes dès le dixième siècle, et d'autres dans plusieurs provinces, comme en Languedoc, en Gévaudan et en Rouergue, dans le Maine et dans l'Angoumois; et nouvellement on en a trouvé en Dauphiné qui ont présenté d'abord d'assez grandes richesses; M. de Gensanne en a reconnu quelques autres dans le Languedoc : mais le produit de la plupart de ces mines ne paieroit pas la dépense de leur travail; et dans un pays comme la France, où l'on peut employer les hommes à des travaux vraiment utiles, on feroit un bien réel en défendant ceux de la fouille des mines d'or et d'argent, qui ne peuvent produire qu'une richesse fictive et toujours décroissante.

En Espagne, la mine de *Guadalcanal* dans la *Sierra-Morena*, ou montagne noire, est l'une des plus fameuses; elle a été travaillée dès le temps des Romains, ensuite abandonnée, puis reprise et abandonnée de nouveau, et enfin encore attaquée dans ces derniers temps. On assure qu'autrefois elle a fourni de très grandes richesses, et qu'elle n'est pas à beaucoup près épuisée : cependant les dernières tentatives n'ont point eu de succès, et peut-être sera-t-on forcé de renoncer aux espérances que donnoit son ancienne et grande célébrité. « Les sommets des montagnes autour de Guadalcanal, dit M. Bowles, sont tous arrondis, et partout à peu près de la même hauteur; les pierres en sont fort dures et ressemblent au grès de Turquie (*cos turcica*).... Il y a deux filons du levant au couchant, qui se rendent à la grande veine dont la direction est du nord au sud; on peut la suivre de l'œil dans un espace de plus de deux cents pas à la

superficie. A une lieue et demie au couchant de Guadalcanal, il y a une autre mine dans un roc élevé : la veine est renversée, c'est-à-dire qu'elle est plus riche à la superficie qu'au fond; elle peut avoir seize pieds d'épaisseur, et elle est, comme les précédentes, composée de quartz et de spath. A deux lieues au levant de la même ville, il y a une autre mine dont la veine est élevée de deux pieds hors de terre, et qui n'a que deux pieds d'épaisseur. Au reste, ces mines, qui se présentent avec de si belles apparences, sont ordinairement trompeuses : elles donnent d'abord de l'argent; mais en descendant plus bas, on ne trouve plus que du plomb. » Ce naturaliste parle aussi d'une mine d'argent sans plomb, située au midi et à quelques lieues de distance de *Zalamea*. Il y a une mine d'argent dans la montagne qui est au nord de *Logrono*, et plusieurs autres dans les Pyrénées, qui ont été travaillées par les anciens, et qui maintenant sont abandonnées[1]. Il y en a aussi dans les Alpes et en plusieurs endroits de la Suisse. MM. Scheuchzer, Cappeler, et Guettard, en ont fait mention; et ce sont sans doute

1. L'avarice a été souvent trompée par le succès des exploitations faites par les Phéniciens, les Carthaginois, et les Romains. Les premiers, au rapport de Diodore de Sicile, trouvèrent tant d'or et d'argent dans les Pyrénées, qu'ils en mirent aux ancres de leurs vaisseaux; on tiroit en trois jours un talent euboïque en argent, ce qui montoit à huit cents ducats. Enflammé par ce récit, des particuliers ont tenté des recherches dans la partie septentrionale des Pyrénées; ils semblent avoir ignoré que le côté méridional a toujours été regardé comme le plus riche en métaux. Tite-Live parle de l'or et de l'argent que les mines de *Huesca* fournissoient aux Romains. Les monts qui s'allongent vers le nord jusqu'à Pampelune sont fameux, suivant Alphonse Barba, par la quantité d'argent qu'on en a tirée; ils s'étendent aussi vers l'Èbre, dont la richesse est vantée par Aristote et par Claudien.

ces hautes montagnes des Pyrénées et des Alpes qui renferment les mines primordiales d'or et d'argent, dont on trouve les débris en paillettes dans les eaux qui en découlent. Toutes les mines de seconde formation sont dans les lieux inférieurs au pied de ces montagnes, et dans les collines formées originairement par le mouvement et le dépôt des eaux du vieil Océan.

Les mines d'argent qui nous sont les mieux connues en Europe sont celles de l'Allemagne; il y en a plusieurs que l'on exploite depuis très long-temps, et l'on en découvre assez fréquemment de nouvelles. M. de Justi, savant minéralogiste, dit en avoir trouvé six en 1751, dont deux sont fort riches, et sont situées sur les frontières de la Styrie. Selon lui, ces mines sont mêlées de substances calcaires en grande quantité, et cependant il assure qu'elles ne perdent rien de leur poids lorsqu'elles sont grillées par le feu, et qu'il ne s'en élève pas la moindre fumée ou vapeur pendant la calcination. Ces assertions sont difficiles à concilier; car il est certain que toute substance calcaire perd beaucoup de son poids lorsqu'elle est calcinée, et que par conséquent cette mine d'Annaberg, dont parle M. de Justi, doit perdre en poids à proportion de ce qu'elle contient de substance calcaire. Ce savant minéralogiste assure qu'il existe un très grand nombre de mines d'argent minéralisé par l'alcali : mais cette opinion doit être interprétée; car l'alcali seul ne pourroit opérer cet effet, tandis que le foie de soufre, c'est-à-dire les principes du soufre réunis à l'alcali, peuvent le produire; et comme M. de Justi ne parle pas du foie de soufre, mais de l'alcali

simple, ses expériences ne me paroissent pas concluantes : car l'alcali minéral seul n'a aucune action sur l'argent en masse ; et nous pouvons très bien entendre la formation de la mine blanche de Schemnitz par l'intermède du foie de soufre. La nature ne paroît donc pas avoir fait cette opération de la manière dont le prétend M. de Justi ; car quoiqu'il n'ait point reconnu de soufre dans cette mine, le foie de soufre qui est, pour ainsi dire, répandu partout, doit y exister, comme il existe non seulement dans les matières terreuses, mais dans les substances calcaires, et autres matières qui accompagnent les mines de seconde formation.

En Bohême, les principales mines d'argent sont celles de Saint-Joachim ; les filons en sont assez minces, et la matière en est très dure, mais elle est abondante en métal : les mines de Kuttemberg sont mêlées d'argent et de cuivre; elles ne sont pas si riches que celles de Saint-Joachim. On peut voir dans les ouvrages des minéralogistes allemands, la description des mines de plusieurs autres provinces, et notamment de celles de Transylvanie, de la Hesse, et de Hongrie. Celles de Schemnitz contiennent depuis deux jusqu'à cinq gros d'argent et depuis cinq jusqu'à sept *deniers* d'or par marc, non compris une once et un gros de cuivre qu'on peut en tirer aussi.

Mais il n'y a peut-être pas une mine en Europe où l'on ait fait d'aussi grands travaux que dans celle de Salberg en Suède, si la description qu'en donne Regnard n'est point exagérée : il la décrit comme une ville souterraine, dans laquelle il y a des maisons, des écuries, et de vastes emplacements.

» En Pologne, dit M. Guettard, les forêts de Leibitz sont riches en veines de métaux, indiquées par les travaux qu'on y a faits anciennement. Il y a au pied de ces montagnes une mine d'argent découverte du temps de Charles XII. »

Le Danemarck, la Norwége, et presque toutes les contrées du nord, ont aussi des mines d'argent dont quelques unes sont fort riches; et nous avons au Cabinet de Sa Majesté de très beaux morceaux de mine d'argent, que le roi de Danemarck actuellement régnant a eu la bonté de nous envoyer. Il s'en trouve aussi aux îles de Féroé et en Islande.

Dans les parties septentrionales de l'Asie les mines d'argent ne sont peut-être pas plus rares ni moins riches que dans celles du nord de l'Europe. On a nouvellement publié à Pétersbourg un tableau des mines de Sibérie, par lequel il paroît qu'en cinquante-huit années on a tiré d'une seule mine d'argent douze cent seize mille livres de ce métal, qui tenoit environ une quatre-vingtième partie d'or. Il y a aussi une autre mine dont l'exploitation n'a commencé qu'en 1748, et qui, depuis cette époque jusqu'en 1771, a donné quatre cent mille livres d'argent, dont on a tiré douze mille sept cents livres d'or. MM. Gmelin et Muller font mention, dans leurs Voyages, des mines d'argent qu'ils ont vues à Argunsk, à quelque distance de la rivière Argum. Ils disent qu'elles sont dans une terre molle et à une petite profondeur; que la plupart se trouvent situées dans des plaines environnées de montagnes, et qu'on rencontre ordinairement au dessus du minerai d'argent une espèce de chaux de plomb composée de plus de plomb que d'argent.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent à la Chine, surtout dans les provinces de Junnan et de Sechuen : on en trouve de même à la Cochinchine, et celles du Japon paroissent être les plus abondantes de toutes. On connoît aussi quelques mines d'argent dans l'intérieur du continent de l'Asie. Chardin dit qu'il n'y a pas beaucoup de vraies mines d'argent en Perse, mais beaucoup de mines de plomb qui contiennent de l'argent : il ajoute que celle de Renan, à quatre lieues d'Ispahan, et celles de Kirman et de Mazanderan, n'ont été négligées qu'à cause de la disette du bois, qui, dans toute la Perse, rend trop dispendieux le travail des mines.

Nous ne connoissons guère les mines d'argent de l'Afrique : les voyageurs, qui se sont fort étendus sur les mines d'or de cette partie du monde, paroissent avoir négligé de faire mention de celles d'argent; ils nous disent seulement qu'on en trouve au cap Vert, au Congo, au Bambouc, et jusque dans le pays des Hottentots.

Mais c'est en Amérique où nous trouverons un très grand nombre de mines d'argent plus étendues, plus abondantes, et travaillées plus en grand qu'en aucune autre partie du monde. La plus fameuse de toutes est celle de Potosi au Pérou. « Le minerai, dit M. Bowles, en est noir, et formé dans la même sorte de pierre que celle de Freyberg en Saxe. » Ce naturaliste ajoute que « la mine appelée *Rosicle*, dans le Pérou, est de la même nature que celles de Rothgulden-erz et d'Andreasberg dans le Hartz, et de Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges. »

Les mines de Potosi furent découvertes en 1545, et

l'on n'a pas cessé d'y travailler depuis ce temps, quoiqu'il y ait quantité d'autres mines dans cette même contrée du Pérou. Frézier assure que de son temps les mines d'argent les plus riches étoient celles d'Oriero, à quatre-vingts lieues d'Arica; et il dit qu'en 1712 on en découvrit une auprès de Cusco, qui d'abord a donné près de vingt pour cent de métal, mais qui a depuis beaucoup diminué, ainsi que celle de Potosi. Du temps d'Acosta, c'est-à-dire au commencement de l'autre siècle, cette mine de Potosi étoit, sans comparaison, la plus riche de toutes celles du Pérou : elle est située presque au sommet des montagnes dans la province de Charcas, et il y fait très froid en toute saison. Le sol de la montagne est sec et stérile; elle est en forme de cône, et surpasse en hauteur toutes les montagnes voisines; elle peut avoir une lieue de circonférence à la base, et son sommet est arrondi et convexe. Sa hauteur au dessus des autres montagnes qui lui servent de base est d'environ un quart de lieue. Au dessous de cette plus haute montagne, il y en a une plus petite où l'on trouvoit de l'argent en morceaux épars; mais, dans la première, la mine est dans une pierre extrêmement dure : on a creusé de deux cents *stades*, ou hauteur d'homme, dans cette montagne, sans qu'on ait été incommodé des eaux; mais ces mines étoient bien plus riches dans les parties supérieures, et elles se sont appauvries, au lieu de s'ennoblir, en descendant. Parmi les autres mines d'argent du Pérou, celle de Turco, dans le corrégiment de Cavanga, est très remarquable, parce que le métal forme un tissu avec la pierre très apparent à l'œil. D'autres mines d'argent dans cette même

contrée ne sont ni dans la pierre ni dans les montagnes, mais dans le sable, où il suffit de faire une fouille pour trouver des morceaux de ce métal sans autre mélange qu'un peu de sable qui s'y est attaché.

Frézier, voyageur très intelligent, a donné une assez bonne description de la manière dont on procède au Pérou pour exploiter ces mines et en extraire le métal. On commence par concasser le minerai, c'est-à-dire les pierres qui contiennent le métal; on les broie ensuite dans un moulin fait exprès; on crible cette poudre, et l'on remet sous la meule les gros grains de minerai qui restent sur le crible; et lorsque le minerai se trouve mêlé de certains minéraux trop durs qui l'empêchent de se pulvériser, on le fait calciner pour le piler de nouveau; on le moud avec de l'eau, et on recueille dans un réservoir cette boue liquide qu'on laisse sécher; et pendant qu'elle est encore molle, on en fait des *caxons*, c'est-à-dire de grandes tables d'un pied d'épaisseur et de vingt-cinq quintaux de pesanteur; on jette sur chacune deux cents livres de sel marin, qu'on laisse s'incorporer pendant deux ou trois jours avec la terre; ensuite on l'arrose de mercure, qu'on fait tomber par petites gouttes; il en faut une quantité d'autant plus grande que le minerai est plus riche; dix, quinze, et quelquefois vingt livres pour chaque table. Ce mercure ramasse toutes les particules de l'argent. On pétrit chaque table huit fois par jour pour que le mercure les pénètre en entier, et afin d'échauffer le mélange; car un peu de chaleur est nécessaire pour que le mercure se saisisse de l'argent, et c'est ce qui fait qu'on est quelquefois obligé d'ajouter de la chaux pour augmenter la chaleur de

cette mixtion : mais il ne faut user de ce secours qu'avec grande précaution ; car si la chaux produit trop de chaleur, le mercure se volatilise, et emporte avec lui une partie de l'argent. Dans les montagnes froides, comme à Lipez et à Potosi, on est quelquefois obligé de pétrir le minerai pendant deux mois de suite, au lieu qu'il ne faut que huit ou dix jours dans les contrées plus tempérées : on est même forcé de se servir de fourneaux pour échauffer le mélange et presser l'amalgame du mercure, dans ces contrées où le froid est trop grand ou trop constant.

Pour reconnoître si le mercure a fait tout son effet, on prend une petite portion de la grande table ou caxon, on la délaie et lave dans un bassin de bois; la couleur du mercure qui reste au fond indique son effet : s'il est noirâtre, on juge que le mélange est trop chaud, et on ajoute du sel au caxon pour le refroidir; mais si le mercure est blanchâtre ou blanc, on peut présumer que l'amalgame est fait en entier : alors on transporte la matière du caxon dans des lavoirs où tombe une eau courante : on la lave jusqu'à ce qu'il ne reste que le métal sur le fond des lavoirs, qui sont garnis de cuir. Cet amalgame d'argent et de mercure, que l'on nomme *pella*, doit être mis dans des chausses de laine pour laisser égoutter le mercure; on serre ces chausses, et on les presse même avec des pièces de bois, pour l'en faire sortir autant qu'il est possible; après quoi, comme il reste encore beaucoup de mercure mêlé à l'argent, on verse cet amalgame dans un moule de bois en forme de pyramide tronquée à huit pans, et dont le fond est une plaque de cuivre percée de plusieurs petits trous. On foule et presse cette matière

pella dans ces moules pour en faire des masses qu'on appelle *pignes*. On lève ensuite le moule, et l'on met la pigne avec sa base de cuivre sur un grand vase de terre rempli d'eau, et sous un chapiteau de même terre sur lequel on fait un feu de charbon qui fait sortir en vapeur le mercure contenu dans la pigne; cette vapeur tombe dans l'eau, et y reprend la forme de mercure coulant : après cela, la pigne n'est plus qu'une masse poreuse, friable, et composée de grains d'argent contigus qu'on porte à la Monnoie pour la fondre.

Frézier ajoute à cette description dont je viens de donner l'extrait quelques autres faits intéressants sur la différence des mines ou minerais d'argent : celui qui est blanc et gris, mêlé de taches rousses ou bleuâtres, est le plus commun dans les minières de Lipez; on y distingue à l'œil simple des grains d'argent, quelquefois disposés dans la pierre en forme de petites palmes. Mais il y a d'autres minerais où l'argent ne paroît point, entre autres un minerai noir, dans lequel on n'aperçoit l'argent qu'en raclant ou entamant sa surface : ce minerai, qui a si peu d'apparence, et qui souvent est mêlé de plomb, ne laisse pas d'être souvent plus riche, et coûte moins à travailler que le minerai blanc; car, comme il contient du plomb qui enlève à la fonte toutes les impuretés, l'on n'est pas obligé d'en faire l'amalgame avec le mercure. C'étoit de ces minières d'argent noir que les anciens Péruviens tiroient leur argent. Il y a d'autres minerais d'argent de couleurs différentes : un qui est noir, mais devient rouge en le mouillant ou le grattant avec du fer; il est riche, et l'argent qu'on en tire est d'un haut aloi : un autre brille comme du talc, mais il donne

peu de métal : un autre qui n'en contient guère plus est d'un rouge jaunâtre ; on le tire aisément de sa mine en petits morceaux friables et mous : il y a aussi du minerai vert qui n'est guère plus dur, et qui paroît être mêlé de cuivre. Enfin on trouve de l'argent pur en plusieurs endroits ; mais ce n'est que dans la seule mine de Cotamito, assez voisine de celle de Potosi, où l'on voit des fils d'argent pur, entortillés comme ceux du galon brûlé.

Il en est donc de l'argent comme de l'or et du fer : leurs mines primordiales sont toutes dans le roc vitreux, et ces métaux y sont incorporés en plus ou moins grande quantité, dès le temps de leur première fusion ou sublimation par le feu primitif ; et les mines secondaires, qui se trouvent dans les matières calcaires ou schisteuses, tirent évidemment leur origine des premières. Ces mines de seconde et de troisième formation, qu'on a quelquefois vues s'augmenter sensiblement par l'addition du minerai charrié par les eaux, ont fait croire que les métaux se produisoient de nouveau dans le sein de la terre, tandis que ce n'est au contraire que de leur décomposition et de la réunion de leurs détriments que toutes ces mines nouvelles ont pu et peuvent encore être formées ; et sans nous éloigner de nos mines d'argent du Pérou, il s'en trouve de cette espèce au pied des montagnes et dans les excavations des mines même abandonnées depuis longtemps.

Les mines d'argent du Mexique ne sont guère moins fameuses que celles du Pérou. M. Bowles dit que dans celle appelée *Valladora*, le minerai le plus riche donnoit cinquante livres d'argent par quintal, le moyen

vingt-cinq livres, et le plus pauvre huit livres, et que souvent on trouvoit dans cette mine des morceaux d'argent vierge. On estime même que tout l'argent qui se tire du canton de Sainte-Pécaque est plus fin que celui du Pérou. Suivant Gemelli Carreri, la mine de Santa-Cruz avoit, en 1697, plus de sept cents pieds de profondeur, celle de Navaro plus de six cents; et l'on peut compter, dit-il, plus de mille ouvertures de mines dans un espace de six lieues autour de Santa-Cruz. Celles de la Trinité ont été fouillées jusqu'à huit cents pieds de profondeur : les gens du pays assurèrent à ce voyageur qu'en dix ou onze années, depuis 1687 jusqu'en 1697, on en avoit tiré quarante millions de marcs d'argent. Il cite aussi la mine de Saint-Matthieu, qui n'est qu'à peu de distance de la Trinité, et qui, n'ayant été ouverte qu'en 1689, étoit fouillée à quatre cents pieds en 1697 : il dit que les pierres métalliques en sont de la plus grande dureté; qu'il faut d'abord les *pétarder* et les briser à coups de marteau; que l'on distingue et sépare les morceaux qu'on peut faire fondre tout de suite, de ceux qu'on doit auparavant amalgamer avec le mercure. On broie ces pierres métalliques, propres à la fonte, dans un mortier de fer; et après avoir séparé par des lavages la poudre de pierre autant qu'il est possible, on mêle le minerai avec une certaine quantité de plomb, et on les fait fondre ensemble; on enlève les scories avec un croc de fer, tandis que par le bas on laisse couler l'argent en lingots, que l'on porte dans un autre fourneau pour les refondre et achever d'en séparer le plomb. Chaque lingot d'argent est d'environ quatre-vingts ou cent marcs; et s'ils ne se trouvent pas au titre prescrit, on

les fait refondre une seconde fois avec le plomb pour les affiner. On fait aussi l'essai de la quantité d'or que chaque lingot d'argent peut contenir, et on l'indique par une marque particulière; s'il s'y trouve plus de quarante grains d'or par marc d'argent, on en fait le départ; et pour les autres parties du minerai que l'on veut traiter par l'amalgame, après les avoir réduites en poudre très fine, on y mêle le mercure, et l'on procède comme nous l'avons dit en parlant du traitement des mines de Potosi. Le mercure qu'on y emploie vient d'Espagne ou du Pérou : il en faut un quintal pour séparer mille marcs d'argent. Tout le produit des mines du Mexique et de la Nouvelle-Espagne doit être porté à Mexico; et l'on assure qu'à la fin du dernier siècle ce produit étoit de deux millions de marcs par an, sans compter ce qui passoit par des voies indirectes.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent au Chili, surtout dans le voisinage de Coquimbo, et au Brésil, à quelque distance dans les terres voisines de la baie de Tous-les-Saints; l'on en trouve encore dans plusieurs autres endroits du continent de l'Amérique, et même dans les îles. Les anciens voyageurs citent en particulier celle de Saint-Domingue; mais la culture et le produit du sucre et des autres denrées de consommation que l'on tire de cette île sont des trésors bien plus réels que ceux de ses mines.

Après avoir ci-devant exposé les principales propriétés de l'argent, et avoir ensuite parcouru les différentes contrées où ce métal se trouve en plus grande quantité, il ne nous reste plus qu'à faire mention des principaux faits et des observations particulières

que les physiciens et les chimistes ont recueillis en travaillant l'argent et en le soumettant à un nombre infini d'épreuves. Je commencerai par un fait que j'ai reconnu le premier. On étoit dans l'opinion que ni l'or ni l'argent mis au feu, et même tenus en fusion, ne perdoient rien de leur substance; cependant il est certain que tous deux se réduisent en vapeurs et se subliment au feu du soleil à un degré de chaleur même assez foible. Je l'ai observé lorsqu'en 1747 j'ai fait usage du miroir que j'avois inventé pour brûler à de grandes distances; j'exposai à quarante, cinquante, et jusqu'à soixante pieds de distance, des plaques et des assiettes d'argent : je les ai vues fumer long-temps avant de se fondre, et cette fumée étoit assez épaisse pour faire une ombre très sensible qui se marquoit sur le terrain. On s'est depuis pleinement convaincu que cette fumée étoit vraiment une vapeur métallique; elle s'attachoit aux corps qu'on lui présentoit, et en argentoit la surface; et puisque cette sublimation se fait à une chaleur médiocre par le feu du soleil, il y a toute raison de croire qu'elle se fait aussi et en bien plus grande quantité par la forte chaleur du feu de nos fourneaux, lorsque non seulement on y fond ce métal, mais qu'on le tient en fusion pendant un mois, comme l'a fait Kunckel. J'ai déjà dit que je doutois beaucoup de l'exactitude de son expérience, et je suis persuadé que l'argent perd par le feu une quantité sensible de sa substance, et qu'il en perd d'autant plus que le feu est plus violent et appliqué plus long-temps.

L'argent offre dans ses dissolutions différents phénomènes dont il est bon de faire ici mention. Lors-

qu'il est dissous par l'acide nitreux, on observe que si l'argent est à peu près pur, la couleur de cette dissolution, qui d'abord est un peu verdâtre, devient ensuite très blanche, et quand il est mêlé d'une petite quantité de cuivre, elle est constamment verte.

Les dissolutions des métaux sont en général plus corrosives que l'acide même dans lequel ils ont été dissous : mais celle de l'argent par l'acide nitreux l'est au plus haut degré ; car elle produit des cristaux si caustiques, qu'on a donné à leur masse réunie par la fusion le nom de *pierre infernale.* Pour obtenir ces cristaux il faut que l'argent et l'acide nitreux aient été employés purs. Ces cristaux se forment dans la dissolution par le seul refroidissement; ils n'ont que peu de consistance, et sont blancs et aplatis en forme de paillettes : ils se fondent très aisément au feu, et long-temps avant d'y rougir; et c'est cette masse fondue et de couleur noirâtre qui est la pierre infernale.

Il y a plusieurs moyens de retirer l'argent de sa dissolution dans l'acide nitreux; la seule action du feu, long-temps continuée, suffit pour enlever cet acide : on peut aussi précipiter le métal par les autres acides, vitriolique ou marin, par les alcalis, et par les métaux qui, comme le cuivre, ont plus d'affinité que l'argent avec l'acide nitreux.

L'argent, tant qu'il est dans l'état de métal, n'a point d'affinité avec l'acide marin : mais, dès qu'il est dissous, il se combine aisément et même fortement avec cet acide, car la mine d'argent corné paroît être formée par l'action de l'acide marin. Cette mine se fond très aisément, et même se volatilise à un feu violent.

L'acide vitriolique attaque l'argent en masse au moyen de la chaleur; il le dissout même complètement; et en faisant distiller cette dissolution, l'acide passe dans le récipient, et forme un sel qu'on peut appeler *vitriol d'argent*.

Les acides animaux et végétaux, comme l'acide des fourmis ou celui du vinaigre, n'attaquent point l'argent dans son état de métal; mais ils dissolvent très bien ses *précipités*.

Les alcalis n'ont aucune action sur l'argent ni même sur ses précipités; mais lorsqu'ils sont unis aux précipités du soufre, comme dans le foie de soufre, ils agissent puissamment sur la substance de ce métal, qu'ils noircissent et rendent aigre et cassant.

Le soufre, qui facilite la fusion de l'argent, doit par conséquent en altérer la substance; cependant il ne l'attaque pas comme celle du fer et du cuivre, qu'il transforme en pyrite. L'argent fondu avec le soufre peut en être séparé dans un instant par l'addition du nitre, qui, après la détonation, laisse l'argent sans perte sensible ni diminution de poids; le nitre réduit au contraire le fer et le cuivre en chaux, parce qu'il a une action directe sur ces métaux, et qu'il n'en a point sur l'argent.

La surface de l'argent ne se convertit point en rouille par l'impression des éléments humides; mais elle est sujette à se ternir, se noircir, et se colorer : on peut même lui donner l'apparence et la couleur de l'or en l'exposant à certaines fumigations, dont on a eu raison de proscrire l'usage pour éviter la fraude.

On emploie utilement l'argent battu en feuilles minces pour en couvrir les autres métaux, tels que le cui-

vre et le fer; il suffit pour cela de bien nettoyer la surface de ces métaux et de les faire chauffer : les feuilles d'argent qu'on y applique s'y attachent et y adhèrent fortement. Mais comme les métaux ne s'unissent qu'aux métaux, et qu'ils n'adhèrent à aucune autre substance, il faut, lorsqu'on veut argenter le bois ou toute autre matière qui n'est pas métallique, se servir d'une colle faite de gomme ou d'huile, dont on enduit le bois par plusieurs couches qu'on laisse sécher avant d'appliquer la feuille d'argent sur la dernière : l'argent n'est en effet que collé sur l'enduit du bois, et ne lui est uni que par cet intermède, dont on peut toujours le séparer sans le secours de la fusion, et en faisant seulement brûler la colle à laquelle il étoit attaché.

Quoique le mercure s'attache promptement et assez fortement à la surface de l'argent, il n'en pénètre pas la masse à l'intérieur; il faut le triturer avec ce métal pour en faire l'amalgame.

Il nous reste encore à dire un mot du fameux arbre de Diane, dont les charlatans ont si fort abusé en faisant croire qu'ils avoient le secret de donner à l'or et à l'argent la faculté de croître et de végéter comme les plantes : néanmoins cet arbre métallique n'est qu'un assemblage ou accumulation des cristaux produits par le travail de l'acide nitreux sur l'amalgame du mercure et de l'argent. Ces cristaux se groupent successivement les uns sur les autres; et s'accumulant par superposition, ils représentent grossièrement la figure extérieure d'une végétation.

DU CUIVRE.

De la même manière et dans le même temps que les roches primordiales de fer se sont réduites en rouille par l'impression des éléments humides, les masses de cuivre primitif se sont décomposées en vert-de-gris, qui est la rouille de ce métal, et qui, comme celle du fer, a été transportée par les eaux et disséminée sur la terre, ou accumulée en quelques endroits où elle a formé des mines qui se sont de même déposées par alluvion, et ont ensuite produit les minerais cuivreux de seconde et troisième formation; mais le cuivre natif ou de première origine a été formé, comme l'or et l'argent, dans les fentes perpendiculaires des montagnes quartzeuses, et il se trouve soit en morceaux de métal massif, soit en veines ou filons mélangés d'autres métaux : il a été liquéfié ou sublimé par le feu; et il ne faut pas confondre ce cuivre natif de première formation avec le cuivre en stalactites, en grappes ou filets, que nos chimistes ont également appelés *cuivres natifs*, parce qu'ils se trouvent purs dans le sein de la terre. Ces derniers cuivres sont au contraire de troisième et peut-être de quatrième formation; la plupart proviennent d'une cémentation naturelle qui s'est faite par l'intermède du fer, auquel le cuivre décomposé s'est attaché après avoir été dissous par les sels de la terre. Ce cuivre rétabli dans son état de métal par la cémentation, aussi bien que le cuivre primitif

qui subsiste encore en masses métalliques, s'est offert le premier à la recherche des hommes; et comme ce métal est moins difficile à fondre que le fer, il a été employé long-temps auparavant pour fabriquer les armes et les instruments d'agriculture. Nos premiers pères ont donc usé, consommé les premiers cuivres de l'ancienne nature : c'est, ce me semble, par cette raison que nous ne trouvons presque plus de ce cuivre primitif dans notre Europe, non plus qu'en Asie ; il a été consommé par l'usage qu'en ont fait les habitants de ces deux parties du monde très anciennement peuplées et policées, au lieu qu'en Afrique, et surtout dans le continent de l'Amérique, où les hommes sont plus nouveaux et n'ont jamais été bien civilisés, on trouve encore aujourd'hui des blocs énormes de cuivre en masse qui n'a besoin que d'une première fusion pour donner un métal pur, tandis que tout le cuivre minéralisé et qui se présente sous la forme de pyrites demande de grands travaux, plusieurs feux de grillage, et même plusieurs fontes, avant qu'on puisse le réduire en bon métal. Cependant ce cuivre minéralisé est presque le seul que l'on trouve aujourd'hui en Europe : le cuivre primitif a été épuisé; et s'il en reste encore, ce n'est que dans l'intérieur des montagnes où nous n'avons pu fouiller, tandis qu'en Amérique il se présente à nu, non seulement sur les montagnes, mais jusque dans les plaines et les lacs, comme on le verra dans l'énumération que nous ferons des mines de ce métal, et de leur état actuel dans les différentes parties du monde.

Le cuivre primitif étoit donc du métal presque pur, incrusté comme l'or et l'argent dans les fentes du

quartz, ou mêlé comme le fer primitif dans les masses vitreuses; et ce métal a été déposé par fusion ou par sublimation dans les fentes perpendiculaires du globe, dès le temps de sa consolidation; l'action de ce premier feu en a fondu et sublimé la matière, et l'a incorporée dans les rochers vitreux : tous les autres états dans lesquels se présente le cuivre sont postérieurs à ce premier état, et les minerais mêlés de pyrites n'ont été produits, comme les pyrites elles-mêmes, que par l'intermède des éléments humides. Le cuivre primitif attaqué par l'eau, par les acides, les sels, et même par les huiles des végétanx décomposés, a changé de forme; il a été altéré, minéralisé, détérioré, et il a subi un si grand nombre de transformations, qu'à peine pourrons-nous le suivre dans toutes ses dégradations et décompositions.

La première et la plus simple de toutes les décompositions du cuivre est sa conversion en vert-de-gris ou verdet; l'humidité de l'air, ou le plus léger acide, suffisent pour produire cette rouille verte. Ainsi, dès les premiers temps après la chute des eaux, toutes les surfaces des blocs du cuivre primitif, ou des roches vitreuses dans lesquelles il étoit incorporé et fondu, auront plus ou moins subi cette altération; la rouille verte aura coulé avec les eaux, et se sera disséminée sur la terre, ou déposée dans les fentes et cavités où nous trouvons le cuivre sous cette forme de verdet. L'eau, en s'infiltrant dans les mines de cuivre, en détache des parties métalliques; elle les divise en particules si ténues que souvent elles sont invisibles, et qu'on ne les peut reconnoître qu'au mauvais goût et aux effets encore plus mauvais de ces eaux cuivreuses,

qui toutes découlent des endroits où gisent les mines de ce métal, et communément elles sont d'autant plus chargées de parties métalliques qu'elles en sont plus voisines : ce cuivre dissous par les sels de la terre et des eaux pénètre les matières qu'il rencontre ; il se réunit au fer par cémentation, il se combine avec tous les sels acides et alcalins; et se mêlant aussi avec les autres substances métalliques, il se présente sous mille formes différentes, dont nous ne pourrons indiquer que les variétés les plus constantes.

Dans ses mines primordiales le cuivre est donc sous sa forme propre de métal natif, comme l'or et l'argent vierge; néanmoins il n'est jamais aussi pur dans son état de nature qu'il le devient après avoir été raffiné par notre art. Dans cet état primitif il contient ordinairement une petite quantité de ces deux premiers métaux; ils paroissent tous trois avoir été fondus ensemble ou sublimés presque en même temps dans les fentes de la roche du globe; mais, de plus, le cuivre a été incorporé et mêlé, comme le fer primitif, avec la matière vitreuse : or l'on sait que le cuivre exige plus de feu que l'or et l'argent pour entrer en fusion, et que le fer en exige encore plus que le cuivre; ainsi ce métal tient, entre les trois autres, le milieu dans l'ordre de la fusion primitive, puisqu'il se présente d'abord, comme l'or et l'argent, sous la forme de métal fondu, et encore, comme le fer, sous la forme d'une pierre métallique. Ces pierres cuivreuses sont communément teintes ou tachées de vert ou de bleu; la seule humidité de l'air ou de la terre donne aux particules cuivreuses cette couleur verdâtre, et la plus petite quantité d'alcali volatil la change en bleu : ainsi

ces masses cuivreuses, qui sont teintes ou tachées de vert ou de bleu, ont déjà été attaquées par les éléments humides ou par les vapeurs alcalines.

Les mines de cuivre tenant argent sont bien plus communes que celles qui contiennent de l'or; et comme le cuivre est plus léger que l'argent, on a observé que dans les mines mêlées de ces deux métaux la quantité d'argent augmente à mesure que l'on descend; en sorte que le fond du filon donne plus d'argent que de cuivre, et quelquefois même ne donne que de l'argent, tandis que, dans sa partie supérieure, il n'avoit offert que du cuivre.

En général, les mines primordiales de cuivre sont assez souvent voisines de celles d'or et d'argent, et toutes sont situées dans les montagnes vitreuses produites par le feu primitif : mais les mines cuivreuses de seconde formation, et qui proviennent du détriment des premières, gisent dans les montagnes schisteuses, formées, comme les autres montagnes à couches, par le mouvement et le dépôt des eaux. Ces mines secondaires ne sont pas aussi riches ques les premières; elles sont toujours mélangées de pyrites et d'une grande quantité d'autres matières hétérogènes.

Les mines de troisième formation gisent, comme les secondes, dans les montagnes à couches, et se trouvent non seulement dans les schistes, ardoises, et argiles, mais aussi dans les matières calcaires : elles proviennent du détriment des mines de première et de seconde formation, réduites en poudre ou dissoutes et incorporées avec de nouvelles matières. Les minéralogistes leur ont donné autant de noms qu'elles leur ont présenté de différences : la *chrysocolle*, ou

vert de montagne, qui n'est que du vert-de-gris très atténué; la chrysocolle bleue, qui ne diffère de la verte que par la couleur que les alcalis volatils ont fait changer en bleu : on l'appelle aussi *azur*, lorsqu'il est bien intense, et il perd cette belle couleur quand il est exposé à l'air et reprend peu à peu sa couleur verte, à mesure que l'alcali volatil s'en dégage; il reparoît alors, comme dans son premier état, sous la forme de chrysocolle verte, ou sous celle de malachite. Il forme aussi des cristaux verts et bleus, suivant les circonstances, et l'on prétend même qu'il en produit quelquefois d'aussi rouges et d'aussi transparents que ceux de la mine d'argent rouge: nos chimistes récents en donnent pour exemple les cristaux rouges qu'on a trouvés dans les cavités d'un morceau de métal enfoui depuis plusieurs siècles dans le sein de la terre. Ce morceau est une partie de la jambe d'un cheval de bronze, trouvée à Lyon en 1771. Mon savant ami M. de Morveau m'a écrit qu'en examinant au microscope les cavités de ce morceau, il y a vu non seulement des cristaux d'un rouge rubis, mais aussi d'autres cristaux d'un beau vert d'émeraude et transparents dont on n'a pas parlé; et il me demande qu'est-ce qui a pu produire ces cristaux. M. Demeste dit à ce sujet que l'azur et le vert du cuivre, ainsi que la malachite et les cristaux rouges qui se trouvent dans le bloc de métal anciennement enfoui, sont autant de produits des différentes modifications que le cuivre en état métallique a subies dans le sein de la terre : mais cet habile chimiste me paroît se tromper en attribuant au cuivre seul l'origine de ces *petits cristaux, qui sont*, dit-il, *très éclatants, et d'une mine*

rouge de cuivre transparente, comme la plus belle mine d'argent rouge; car ce morceau de métal n'étoit pas de cuivre pur, mais de bronze, comme il le dit lui-même, c'est-à-dire de cuivre mêlé d'étain; et dès lors ces cristaux peuvent être regardés comme des cristaux produits par l'arsenic, qui reste toujours en plus ou moins grande quantité dans ce métal. Le cuivre seul n'a jamais produit que du vert, qui devient bleu quand il éprouve l'action de l'alcali volatil.

M. Demeste dit encore « que l'azur de cuivre, ou les fleurs de cuivre bleues, ressemblent aux cristaux d'azur artificiels; que leur passage à la couleur verte, lorsqu'elles se décomposent, est le même, et qu'elles ne diffèrent qu'en ce que ces derniers sont solubles dans l'eau. » Mais je dois observer que néanmoins cette différence est telle, qu'on ne peut plus admettre la même composition, et qu'il ne reste ici qu'une ressemblance de couleur. Or le vitriol bleu présente la même analogie, et cependant on ne doit pas le confondre avec le bleu d'azur. M. Demeste ajoute, avec toute raison, « que l'alcali volatil est plus commun qu'on ne croit à la surface et dans l'intérieur de la terre;... qu'on trouve ces cristaux d'azur dans les cavités des mines de cuivre décomposées, et que quelquefois ces petits cristaux sont très éclatants et de l'azur le plus vif; que cet azur de cuivre prend le nom de *bleu de montagne*, lorsqu'il est mélangé à des matières terreuses qui en affoiblissent la couleur; et qu'enfin le bleu de montagne, comme l'azur, sont également susceptibles de se décomposer en passant lentement à l'état de malachite;... que la malachite, le vert de cuivre ou fleurs de cuivre vertes, résultent

souvent de l'altération spontanée de l'azur de cuivre, mais que ce vert est aussi produit par la décomposition du cuivre natif et des mines de cuivre, à la surface desquelles on le rencontre en malachites ou masses plus ou moins considérables et mamelonnées, et que ce sont de vraies stalactites de cuivre, comme l'hématite en est une de fer. » Tout ceci est très vrai, et c'est même de cette manière que les malachites sont ordinairement produites. La simple décomposition du cuivre en rouille verte, entraînée par la filtration des eaux, forme des stalactites vertes; et cette combinaison est bien plus simple que celle de l'altération de l'azur et de sa réduction en stalactites vertes ou malachites. Il en est de même du vert de montagne; il est produit plus communément par la simple décomposition du cuivre en rouille verte; et l'habile chimiste que je viens de citer, me paroît se tromper encore en prononçant exclusivement que « le vert de montagne est toujours un produit de la décomposition du bleu de montagne ou de celle du vitriol de cuivre. » Il me semble au contraire que c'est le bleu de montagne qui lui-même est produit par l'altération du vert qui se change en bleu; car la nature a les mêmes moyens que l'art, et peut par conséquent faire, comme nous, du vert avec du bleu, et changer le bleu en vert, sans qu'il soit nécessaire de recourir au cuivre natif pour produire ces effets.

Quoique le cuivre soit de tous les métaux celui qui approche le plus de l'or et de l'argent par ses attributs généraux, il en diffère par plusieurs propriétés essentielles : sa nature n'est pas aussi parfaite ; sa substance est moins pure, sa densité et sa ductilité moins grandes;

et ce qui démontre le plus l'imperfection de son essence, c'est qu'il ne résiste pas à l'impression des éléments humides; l'air, l'eau, les huiles, et les acides, l'altèrent et le convertissent en verdet. Cette espèce de rouille pénètre, comme celle du fer, dans l'intérieur du métal, et, avec le temps, en détruit la cohérence et la texture.

Le cuivre de première formation étant dans un état métallique, et ayant été sublimé ou fondu par le feu primitif, se refond aisément à nos feux : mais le cuivre minéralisé, qui est de seconde formation, demande plus de travail que tout autre minerai pour être réduit en métal; il est donc à présumer que, comme le cuivre a été employé plus anciennement que le fer, ce n'est que de ce premier cuivre de nature que les Égyptiens, les Grecs et les Romains ont fait usage pour leurs instruments et leurs armes, et qu'ils n'ont pas tenté de fondre les minerais cuivreux, qui demandent encore plus d'art et de travail que les mines de fer; ils savoient donner au cuivre un grand degré de dureté, soit par la trempe, soit par le mélange de l'étain ou de quelque autre minéral, et ils rendoient leurs instruments et leurs armes de cuivre propres à tous les usages auxquels nous employons ceux de fer. Ils allioient aussi le cuivre avec les autres métaux, et surtout avec l'or et l'argent. Le fameux airain de Corinthe, si fort estimé des Grecs, étoit un mélange de cuivre, d'argent, et d'or, dont ils ne nous ont pas indiqué les proportions, mais qui faisoit un alliage plus beau que l'or par la couleur, plus sonore, plus élastique, et en même temps aussi peu susceptible de rouille et d'altération. Ce que nous appelons

airain ou bronze aujourd'hui n'est qu'un mélange de cuivre et d'étain, auxquels on joint souvent quelques parties de zinc et d'antimoine.

Si on mêle le cuivre avec le zinc, sa couleur rouge devient jaune, et l'on donne à cet alliage le nom de *cuivre jaune* ou *laiton* : il est un peu plus dense que le cuivre pur [1], mais c'est lorsque ni l'un ni l'autre n'ont été comprimés ou battus ; car il devient moins dense que le cuivre rouge après la compression. Le cuivre jaune est aussi moins sujet à verdir ; et, suivant les différentes doses du mélange, cet alliage est plus ou moins blanc, jaunâtre, jaune ou rouge : c'est d'après ces différentes couleurs qu'il prend les noms de *similor*, de *peinchebec*, et de *métal de prince ;* mais aucun ne ressemble plus à l'or pur par le brillant et la couleur que le laiton bien poli, et fait avec la mine de zinc ou pierre calaminaire, comme nous l'indiquerons dans la suite.

Le cuivre s'unit très bien à l'or, et cependant en diminue la densité au delà de la proportion du mélange ; ce qui prouve qu'au lieu d'une pénétration intime, il n'y a dans cet alliage qu'une extension ou augmentation de volume par une simple addition de

1. Selon M. Brisson, le pied cube de cuivre rouge fondu et non forgé ne pèse que 545 livres 2 onces 4 gros 35 grains, tandis qu'un pied cube de ce même cuivre rouge, passé à la filière, pèse 621 livres 7 onces 7 gros 26 grains. Cette grande différence démontre que de tous les métaux le cuivre est celui qui se comprime le plus ; et la compression par la filière est plus grande que celle de la percussion par le marteau. M. Gellert dit que la densité de l'alliage, à parties égales de cuivre et de zinc, est à celle du cuivre pur comme 878 sont à 874. (*Chimie métallurgique,* tome I, page 265.) Mais M. Brisson a reconnu que le pied cube de cuivre jaune fondu et non forgé pèse 587 livres.

parties interposées, lesquelles, en écartant un peu les molécules de l'or, et se logeant dans les intervalles, augmentent la dureté et l'élasticité de ce métal, qui dans son état de pureté a plus de mollesse que de ressort.

L'or, l'argent, et le cuivre, se trouvent souvent alliés par la nature dans les mines primordiales, et ce n'est que par plusieurs opérations réitérées et dispendieuses que l'on parvient à les séparer : il faut donc, avant d'entreprendre ce travail, s'assurer que la quantité de ces deux métaux contenue dans le cuivre est assez considérable et plus qu'équivalente aux frais de leur séparation ; il ne faut pas même s'en rapporter à des essais faits en petit ; ils donnent toujours un produit plus fort, et se font proportionnellement à moindres frais que les travaux en grand.

On trouve rarement le cuivre allié avec l'étain dans le sein de la terre, quoique leurs mines soient souvent très voisines, et même superposées, c'est-à-dire l'étain au dessus du cuivre : cependant ces deux métaux ne laissent pas d'avoir entre eux une affinité bien marquée ; le petit art de l'étamage est fondé sur cette affinité. L'étain adhère fortement et sans intermède au cuivre, pourvu que la surface en soit assez nette pour être touchée dans tous les points par l'étain fondu : il ne faut pour cela que le petit degré de chaleur nécessaire pour dilater les pores du cuivre et fondre l'étain, qui dès lors s'attache à la surface du cuivre, qu'on enduit de résine pour prévenir la calcination de l'étain.

Lorsqu'on fond le cuivre et qu'on y mêle de l'étain, l'alliage qui en résulte démontre encore mieux l'affi-

nité de ces deux métaux; car il y a pénétration dans leur mélange. La densité de cet alliage, connu sous les noms d'*airain* ou de *bronze*, est plus grande que celle du cuivre et de l'étain pris ensemble, au lieu que la densité des alliages du cuivre avec l'or et l'argent est moindre; ce qui prouve une union bien plus intime entre le cuivre et l'étain qu'avec ces deux autres métaux; puisque le volume augmente dans ces derniers mélanges, tandis qu'il diminue dans le premier. Au reste, l'airain est d'autant plus dur, plus aigre, et plus sonore, que la quantité d'étain est plus grande; et il ne faut qu'une partie d'étain sur trois de cuivre pour en faire disparoître la couleur, et même pour le défendre à jamais de sa rouille ou vert-de-gris, parce que l'étain est, après l'or et l'argent, le métal le moins susceptible d'altération par les éléments humides; et quand, par la succession d'un temps très long, il se forme sur l'airain ou bronze une espèce de rouille verdâtre, c'est, à la vérité, du vert-de-gris, mais qui s'étant formé très lentement, et se trouvant mêlé d'une portion d'étain, produit cet enduit que l'on appelle *platine*, sur les statues et les médailles antiques.

Le cuivre et le fer ont ensemble une affinité bien marquée; et cette affinité est si grande et si générale, qu'elle se montre non seulement dans les productions de la nature, mais aussi par les produits de l'art. Dans le nombre infini de mines de fer qui se trouvent à la surface ou dans l'intérieur de la terre, il y en a beaucoup qui sont mêlées d'une certaine quantité de cuivre, et ce mélange a corrompu l'un et l'autre métal; car, d'une part, on ne peut tirer que de très mauvais

fer de ces mines chargées de cuivre, et d'autre part il faut que la quantité de ce métal soit grande dans ces mines de fer pour pouvoir en extraire le cuivre avec profit. Ces métaux, qui semblent être amis, voisins, et même unis dans le sein de la terre, deviennent ennemis dès qu'on les mêle ensemble par le moyen du feu; une seule once de cuivre jetée dans le foyer d'une forge suffit pour corrompre un quintal de fer.

Le cuivre que l'on tire des eaux qui en sont chargées, et qu'on connoît sous le nom de *cuivre de cémentation*, est du cuivre précipité par le fer; autant il se dissout de fer dans cette opération, autant il adhère de cuivre au fer qui n'est pas encore dissous, et cela par simple attraction de contact: c'est en plongeant des lames de fer dans les eaux chargées de parties cuivreuses, qu'on obtient ce cuivre de cémentation, et l'on recueille par ce moyen facile une grande quantité de ce métal en peu de temps. La nature fait quelquefois une opération assez semblable: il faut pour cela que le cuivre dissous rencontre des particules ou de petites masses ferrugineuses qui soient dans l'état métallique ou presque métallique, et qui par conséquent aient subi la violente action du feu; car cette union n'a pas lieu lorsque les mines de fer ont été produites par l'intermède de l'eau et converties en rouille, en grains, etc. Ce n'est donc que dans de certaines circonstances qu'il se forme du cuivre par cémentation dans l'intérieur de la terre: par exemple, il s'opère quelque chose de semblable dans la production de certaines malachites, et dans quelques autres mines de seconde et de troisième formation, où le vitriol cuivreux a été précipité par le fer,

qui a, plus que tout autre métal, la propriété de séparer et de précipiter le cuivre de toutes ses dissolutions.

L'affinité du cuivre avec le fer est encore démontrée par la facilité que ces deux métaux ont de se souder ensemble : il faut seulement, en les tenant au feu, les empêcher de se calciner et de brûler; ce que l'on prévient en les couvrant de borax ou de quelque autre matière fusible, qui les défende de l'action du feu animé par l'air : car ces deux métaux souffrent toujours beaucoup de déchet et d'altération par le feu libre, lorsqu'ils ne sont pas parfaitement recouverts et défendus du contact de l'air.

Il n'y a point d'affinité apparente entre le mercure et le cuivre, puisqu'il faut réduire le cuivre en poudre et les triturer ensemble fortement et long-temps pour que le mercure s'attache à cette poudre cuivreuse : cependant il y a moyen de les unir d'une manière plus apparente et plus intime; il faut pour cela plonger du cuivre en lames dans le mercure dissous par l'acide nitreux; ces lames de cuivre attirent le mercure dissous, et deviennent aussi blanches à leur surface que les autres métaux amalgamés de mercure.

Quoique le cuivre puisse s'allier avec toutes les matières métalliques, et quoiqu'on le mêle en petite quantité dans les monnoies d'or et d'argent pour leur donner de la couleur et de la dureté, on ne fait néanmoins des ouvrages en grand volume qu'avec deux de ces alliages : le premier avec l'étain pour les statues, les cloches, les canons; le second avec la calamine ou mine de zinc pour les chaudières et autres usten-

siles de ménage : ces deux alliages, l'airain et le laiton, sont même devenus aussi communs et peut-être plus nécessaires que le cuivre pur, puisque dans tous deux la quantité nuisible de ce métal, dont l'usage est très dangereux, se trouve corrigée; car de tous les métaux que l'homme peut employer pour son service, le cuivre est celui qui produit les plus funestes effets.

L'alliage du cuivre et du zinc n'est pas aigre et cassant comme celui du cuivre et de l'étain; le laiton conserve de la ductilité; il résiste plus long-temps que le cuivre pur à l'action de l'air humide et des acides qui produisent le vert-de-gris, et il prend l'étamage aussi facilement. Pour faire de beau et bon laiton, il faut trois quarts de cuivre et un quart de zinc; mais tous deux doivent être de la plus grande pureté. L'alliage à cette dose est d'un jaune brillant; et quoiqu'en général tous les alliages soient plus ou moins aigres, et qu'en particulier le zinc n'ait aucune ductilité, le laiton néanmoins, s'il est fait dans cette proportion, est aussi ductile que le cuivre même : mais comme le zinc tiré de sa mine par la fusion n'est presque jamais pur, et que pour peu qu'il soit mêlé de fer ou d'autres parties hétérogènes, il rend le laiton aigre et cassant, on se sert plus ordinairement et plus avantageusement de la calamine, qui est une des mines du zinc; on la réduit en poudre, on en fait un cément en la mêlant avec égale quantité de poudre de charbon humectée d'un peu d'eau; on recouvre de ce cément les lames de cuivre, et l'on met le tout dans une caisse ou creuset que l'on fait rougir à un feu gradué, jusqu'à ce que les lames de cuivre soient

fondues. On laisse ensuite refroidir le tout, et l'on trouve le cuivre changé en laiton et augmenté d'un quart de son poids si l'on a employé un quart de calamine sur trois quarts de cuivre, et ce laiton fait par cémentation a tout autant de ductilité à froid que le cuivre même : mais, comme le dit très bien M. Macquer, il n'a pas la même malléabilité à chaud qu'à froid, parce que le zinc se fondant plus vite que le cuivre, l'alliage alors n'est plus qu'une espèce d'amalgame qui est trop mou pour souffrir la percussion du marteau. Au reste, il paroît par le procédé et par le produit de cette sorte de cémentation que le zinc contenu dans la calamine est réduit en vapeurs par le feu, et qu'il est par conséquent dans sa plus grande pureté lorsqu'il entre dans le cuivre : on peut en donner la preuve en faisant fondre à feu ouvert le laiton; car alors tout le zinc s'exhale successivement en vapeurs ou en flammes, et emporte même avec lui une petite quantité de cuivre.

Si l'on fond le cuivre en le mêlant avec l'arsenic, on en fait une espèce de métal blanc qui diffère du cuivre jaune ou laiton autant par la qualité que par la couleur, car il est aussi aigre que l'autre est ductile; et si l'on mêle à différentes doses le cuivre, le zinc, et l'arsenic, l'on obtient des alliages de toutes les teintes du jaune au blanc, et tous les degrés de ductilité du liant au cassant.

Le cuivre en fusion forme, avec le soufre, une espèce de matte noirâtre, aigre, et cassante, assez semblable à celle qu'on obtient par la première fonte des mines pyriteuses de ce métal : en le pulvérisant et le détrempant avec un peu d'eau, on obtient de même,

par son mélange avec le soufre aussi pulvérisé, une masse solide assez semblable à la matte fondue.

Un fil de cuivre d'un dixième de pouce de diamètre peut soutenir un poids d'environ trois cents livres avant de se rompre; et comme sa densité n'est tout au plus que de six cent vingt-une livres et demie par pied cube, on voit que sa ténacité est proportionnellement beaucoup plus grande que sa densité. La couleur du cuivre pur est d'un rouge orangé, et cette couleur, quoique fausse, est plus éclatante que le beau jaune de l'or pur. Il a plus d'odeur qu'aucun autre métal, on ne peut le sentir sans que l'odorat en soit désagréablement affecté, on ne peut le toucher sans s'infecter les doigts; et cette mauvaise odeur qu'il répand et communique en le maniant et le frottant est plus permanente et plus difficile à corriger que la plupart des autres odeurs. Sa saveur plus que répugnante au goût, annonce ses qualités funestes; c'est dans le règne minéral le poison de nature le plus dangereux après l'arsenic.

Le cuivre est beaucoup plus dur et par conséquent beaucoup plus élastique et plus sonore que l'or, duquel néanmoins il approche plus que les autres métaux imparfaits par sa couleur, et même par sa ductilité; car il est presque aussi ductile que l'argent : on le bat en feuilles aussi minces, et on le tire en filets très déliés.

Après le fer, le cuivre est le métal le plus difficile à fondre : exposé au grand feu, il devient d'abord chatoyant et rougit long-temps avant d'entrer en fusion; il faut une chaleur violente et le faire rougir à blanc pour qu'il se liquéfie; et lorsqu'il est bien fondu,

il bout et diminue de poids s'il est exposé à l'air; car sa surface se brûle et se calcine dès qu'elle n'est pas recouverte, et qu'on néglige de faire à ce métal un bain de matières vitreuses; et même avec cette précaution il diminue de masse et souffre du déchet à chaque fois qu'on le fait rougir au feu. La fumée qu'il répand est en partie métallique, et rend verdâtre ou bleue la flamme des charbons; et toutes les matières qui contiennent du cuivre donnent à la flamme ces mêmes couleurs vertes ou bleues : néanmoins sa substance est assez fixe; car il résiste plus long-temps que le fer, le plomb, et l'étain, à la violence du feu avant de se calciner. Lorsqu'il est exposé à l'air libre et qu'il n'est pas recouvert, il se forme d'abord à sa surface de petites écailles qui surnagent la masse en fusion : ce cuivre à demi brûlé a déjà perdu sa ductilité et son brillant métallique; et se calcinant ensuite de plus en plus, il se change en une chaux noirâtre qui, comme les chaux du plomb et des autres métaux, augmente très considérablement en volume et en poids, par la quantité de l'air qui se fixe en se réunissant à leur substance. Cette chaux est bien plus difficile à fondre que le cuivre en métal; et lorsqu'elle subit l'action d'un feu violent, elle se vitrifie et produit un émail d'un brun chatoyant, qui donne au verre blanc une très belle couleur verte : mais si l'on veut fondre cette chaux de cuivre seule en la poussant à un feu encore plus violent, elle se brûle en partie, et laisse un résidu qui n'est qu'une espèce de scorie vitreuse ou noirâtre, dont on ne peut ensuite retirer qu'une très petite quantité de métal.

En laissant refroidir très lentement et dans un feu

gradué le cuivre fondu, on peut le faire cristalliser en cristaux proéminents à sa surface, et qui pénètrent dans son intérieur : il en est de même de l'or, de l'argent, et de tous les autres métaux et minéraux métalliques. Ainsi la cristallisation peut s'opérer également par le moyen du feu comme par celui de l'eau ; et, dans toute matière liquide ou liquéfiée, il ne faut que de l'espace, du repos, et du temps, pour qu'il se forme des cristallisations par l'attraction mutuelle des parties homogènes et similaires.

Quoique tous les acides puissent dissoudre le cuivre, il faut néanmoins que l'acide marin et surtout l'acide vitriolique soient aidés de la chaleur, sans quoi la dissolution seroit excessivement longue. L'acide nitreux le dissout au contraire très promptement, même à froid : cet acide a plus d'affinité avec le cuivre qu'avec l'argent; car l'on dégage parfaitement l'argent de sa dissolution, et on le précipite en entier et sous sa forme métallique par l'intermède du cuivre. Comme cette dissolution du cuivre par l'eau-forte se fait avec grand mouvement et forte effervescence, elle ne produit point de cristaux, mais seulement un sel déliquescent, au lieu que les dissolutions du cuivre par l'acide vitriolique ou par l'acide marin, se faisant lentement et sans ébullition, donnent de gros cristaux d'un beau bleu qu'on appelle *vitriol de Chypre* ou *vitriol bleu*, ou des cristaux en petites aiguilles d'un beau vert.

Tous les acides végétaux attaquent aussi le cuivre : c'est avec l'acide du marc des raisins qu'on fait le vert-de-gris dont se servent les peintres : le cuivre avec l'acide du vinaigre donne des cristaux que les chimistes ont nommés *cristaux de Vénus*. Les huiles,

le suif, et les graisses, attaquent aussi ce métal; car elles produisent du vert-de-gris à la surface des vaisseaux et des ustensiles avec lesquels on les coule ou les verse. En général, on peut dire que le cuivre est de tous les métaux celui qui se laisse entamer, ronger, dissoudre le plus facilement par un grand nombre de substances; car, indépendamment des acides, des acerbes, des sels, des bitumes, des huiles, et des graisses, le foie de soufre l'attaque, et l'alcali volatil peut même le dissoudre : c'est à cette dissolution du cuivre par l'alcali volatil qu'on doit attribuer l'origine des malachites de seconde formation. Les premières malachites, c'est-à-dire celles de première formation, ne sont, comme nous l'avons dit, que des stalactites du cuivre dissous en rouille verte : mais les secondes peuvent provenir des dissolutions du cuivre par l'alcali volatil, lorsqu'elles ont perdu leur couleur bleue et repris la couleur verte; ce qui arrive dès que l'alcali volatil s'est dissipé. « Lorsque l'alcali volatil, dit M. Macquer, a dissous le cuivre jusqu'à saturation, l'espèce de sel métallique qui résulte de cette combinaison forme des cristaux d'un bleu foncé et des plus beaux : mais, par l'exposition à l'air, l'alcali se sépare et se dissipe peu à peu; la couleur bleue des cristaux, dans lesquels il ne reste presque que du cuivre, se change en un très beau vert, et le composé ressemble beaucoup à la malachite : il est très possible que le cuivre contenu dans cette pierre ait précédemment été dissous par l'alcali volatil, et réduit par cette matière saline dans l'état de malachite. »

Au reste, les huiles, les graisses, et les bitumes, n'attaquent le cuivre que par les acides qu'ils con-

tiennent; et, de tous les alcalis, l'alcali volatil est celui qui agit le plus puissamment sur ce métal : ainsi l'on peut assurer qu'en général tous les sels de la terre et des eaux, soit acides, soit alcalins, attaquent le cuivre et le dissolvent avec plus ou moins de promptitude ou d'énergie.

Il est aisé de retirer le cuivre de tous les acides qui le tiennent en dissolution, en le faisant simplement évaporer au feu; on peut aussi le séparer de ces acides en employant les alcalis fixes ou volatils, et même les substances calcaires : les précipités seront des poudres vertes; mais elles seront bleues si les alcalis sont caustiques, comme ils le sont en effet dans les matières calcaires, lorsqu'elles ont été calcinées. Il ne faudra qu'ajouter à ce précipité ou chaux de cuivre, comme à toute autre chaux métallique, une petite quantité de matière inflammable pour la réduire en métal; et si l'on fait fondre cette chaux de cuivre avec du verre blanc, on obtient des émaux d'un très beau vert : mais on doit observer qu'en général les précipités qui se font par les alcalis ou par les matières calcaires ne se présentent pas sous leur forme métallique, et qu'il n'y a que les précipités par un autre métal où les résidus après l'évaporation des acides soient en effet sous cette forme, c'est-à-dire en état de métal, tandis que les autres précipités sont tous dans l'état de chaux.

On connoît la violente action du soufre sur le fer; et quoique sa puissance ne soit pas aussi grande sur le cuivre, il ne laisse pas de l'exercer avec beaucoup de force : on peut donc séparer ce métal de tous les autres métaux par l'intermède du soufre, qui a plus

d'affinité avec le cuivre qu'avec l'or, l'argent, l'étain, et le plomb; et lorsqu'il est mêlé avec le fer, le soufre peut encore les séparer, parce qu'ayant plus d'affinité avec le fer qu'avec le cuivre, il s'empare du premier et abandonne le dernier. Le soufre agit ici comme ennemi; car, en accélérant la fusion de ces deux métaux, il les dénature en même temps, ou plutôt il les ramène par force à leur état de minéralisation, et change ces métaux en minerais, car le cuivre et le fer fondus avec le soufre ne sont plus que des pyrites semblables aux minerais pyriteux, dont on tire ces métaux dans leurs mines de seconde formation.

Les filons où le cuivre se trouve dans l'état de métal sont les seules mines de première formation; dans les mines secondaires le cuivre se présente sous la forme de minerai pyriteux; et dans celles de troisième formation il a passé de cet état minéral ou pyriteux à l'état de rouille verte, dans lequel il a subi de nouvelles altérations, et mille combinaisons diverses par le contact et l'action des autres substances salines ou métalliques. Il n'y a que les mines de cuivre primitif que l'on puisse fondre sans les avoir fait griller auparavant : toutes celles de seconde formation, c'est-à-dire toutes celles qui sont dans un état pyriteux, demandent à être grillées plusieurs fois; et souvent encore, après plusieurs feux de grillage, elles ne donnent qu'une matte cuivreuse mêlée de soufre qu'il faut refondre de nouveau pour avoir enfin du cuivre noir, dont on ne peut tirer le cuivre rouge en bon métal qu'en faisant passer et fondre ce cuivre noir au feu violent et libre des charbons enflammés, où il achève de se séparer du soufre, du fer, et des autres

matières hétérogènes qu'il contenoit encore dans cet état de cuivre noir.

Ces mines de cuivre de seconde formation peuvent se réduire à deux ou trois sortes : la première est la pyrite cuivreuse, qu'on appelle aussi improprement *marcassite*, qui contient une grande quantité de soufre et de fer, et dont il est très difficile de tirer le peu de cuivre qu'elle renferme; la seconde est la mine jaune de cuivre, qui est aussi une pyrite cuivreuse, mais moins chargée de soufre et de fer que la première ; la troisième est la mine de cuivre grise, qui contient de l'arsenic avec du soufre, et souvent un peu d'argent : cette mine grise paroît blanchâtre, claire, et brillante, lorsque la quantité d'argent est un peu considérable ; et si elle ne contient point du tout d'argent, ce n'est qu'une pyrite plutôt arsenicale que cuivreuse.

Pour donner une idée nette des travaux qu'exigent ces minerais de cuivre avant qu'on puisse les réduire en bon métal, nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ici par extrait les observations de feu M. Jars, qui s'est donné la peine de suivre toutes les manipulations et préparations de ces mines, depuis leur extraction jusqu'à leur conversion en métal raffiné. « Les minéraux de Saint-Bel et de Chessy dans le Lyonnois sont, dit-il, des pyrites cuivreuses, auxquelles on donne deux, trois, ou quatre grillages avant de les fondre dans un fourneau à manche, où elles produisent des mattes qui doivent être grillées neuf à dix fois avant que de donner par la fonte leur cuivre noir : ces mattes sont des masses régulines, contenant du cuivre, du fer ou du zinc, une très pe-

tite quantité d'argent, et des parties terreuses, le tout réuni par une grande abondance de soufre.

» Le grand nombre de grillages que l'on donne à ces mattes avant d'obtenir le cuivre noir, a pour but de faire brûler et volatiliser le soufre, et de désunir les parties terrestres d'avec les métalliques ; on fait ensuite fondre cette matte en la stratifiant à travers les charbons, et les particules de cuivre se réunissent entre elles par la fonte, et vont, par leur pesanteur spécifique, occuper la partie inférieure du bassin destiné à les recevoir.

» Mais lorsqu'on ne donne que très peu de grillage à ces mattes, il arrive que les métaux qui ont moins d'affinité avec le soufre qu'il n'en a lui-même avec les autres qui composent la masse réguline se précipitent les premiers ; on peut donc conclure que l'argent doit se précipiter le premier, ensuite le cuivre, et que le soufre reste uni au fer. Mais l'argent de ces mattes paroît être en trop petite quantité pour se précipiter seul ; d'ailleurs il est impossible de saisir dans les travaux en grand le point précis du rôtissage qui seroit nécessaire pour rendre la séparation exacte.... et il ne se fait aucune précipitation, surtout par la voie sèche, sans que le corps précipité n'entraîne avec lui du précipitant et de ceux auxquels il étoit uni. »

Ces mines de Saint-Bel et de Chessy ne contiennent guère qu'une once d'argent par quintal de cuivre, quantité trop petite pour qu'on puisse en faire la séparation avec quelque profit. Leur minerai est une pyrite cuivreuse mêlée néanmoins de beaucoup de fer. Le minerai de celles de Chessy contient moins de fer et beaucoup de zinc ; cependant on les traite tou-

tes deux à peu près de la même manière. On donne à ces pyrites, comme le dit M. Jars, deux, trois, et jusqu'à quatre feux de grillage avant de les fondre. Les mattes qui proviennent de la première fonte doivent encore être grillées neuf ou dix fois avant de donner, par la fusion, leur cuivre noir. En général, le traitement des mines de cuivre est d'autant plus difficile et plus long, qu'elles contiennent moins de cuivre et plus de pyrites, c'est-à-dire de soufre et de fer, et les procédés de ce traitement doivent varier suivant la qualité ou la quantité des différents métaux et minéraux contenus dans ces mines. Nous en donnerons quelques exemples dans l'énumération que nous allons faire des principales mines de cuivre de l'Europe et des autres parties du monde.

En France, celles de Saint-Bel et de Chessy, dont nous venons de parler, sont en pleine et grande exploitation; cependant on n'en tire pas la vingtième partie du cuivre qui se consomme dans le royaume. On exploite aussi quelques mines de cuivre dans nos provinces voisines des Pyrénées, et particulièrement à *Baigory* dans la basse Navarre. Les travaux de ces mines sont dirigées par un habile minéralogiste, M. Hettlinger, que j'ai déjà eu occasion de citer, et qui a bien voulu m'envoyer, pour le Cabinet du Roi, quelques échantillons des minéraux qui s'y trouvent, et entre autres de la mine de fer en écailles, qui est très singulière, et qui se forme dans les cavités d'un filon mêlé de cuivre et de fer.

Il y a aussi de riches mines de cuivre et d'argent à Giromagni et au Puy, dans la haute Alsace; on en a tiré en une année seize cents marcs d'argent et vingt-

quatre milliers de cuivre : on trouve aussi d'autres mines de cuivre à Steinbach, à Saint-Nicolas dans le val de Lebenthall, et à Asteinbach.

En Lorraine, la mine de La Croix donne du cuivre, du plomb, et de l'argent. Il y a aussi une mine de cuivre à Fraise, et d'autres aux villages de Sainte-Croix et de Lusse, qui tiennent de l'argent ; d'autres à la montagne du Tillot, au val de Lièvre, à Vaudrevange, et enfin plusieurs autres à Sainte-Marie-aux-Mines.

En Franche-Comté, à Planches-les-Mines, il y a aussi des mines de cuivre, et auprès de Château-Lambert il s'en trouve quatre veines placées l'une sur l'autre, et l'on prétend que cette mine a rendu depuis vingt jusqu'à cinquante pour cent de cuivre.

On a aussi reconnu plusieurs mines de cuivre dans le Limosin, en Dauphiné, en Provence, dans le Vivarais, le Gévaudan, et les Cévennes; en Auvergne, près de Saint-Amand ; en Touraine, à l'abbaye de Noyers ; en Normandie, près de Briquebec dans le Cotentin, et à Caroles, dans le diocèse d'Avranches.

En Languedoc M. de Gensanne a reconnu plusieurs mines de cuivre, qu'il a très bien observées et décrites ; il a fait de semblables recherches en Alsace ; et M. Le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, a observé celles du Roussillon, et celle de Corall, dans la partie des Pyrénées située entre la France et l'Espagne.

Depuis la découverte de l'Amérique, les mines de cuivre, comme celles d'or et d'argent, on été négligées en Espagne et en France, parce que l'on tire ces métaux du Nouveau-Monde à moindres frais, et

qu'en général les mines les plus riches de l'Europe, et les plus aisées à extraire, ont été fouillées et peut-être épuisées par les anciens ; on n'y trouve plus de cuivre en métal ou de première formation, et on a négligé les minières des pyrites cuivreuses ou de seconde formation, par la difficulté de les fondre, et à cause des grands frais que leur traitement exige. Celles des environs de Molina, dont parle M. Bowles [1], et

1. « A quelques lieues de Molina il y a une montagne appelée la *Platilla;* on voit au sommet des roches blanches qui sont de pierre à chaux mêlée de taches bleues et vertes..... Dans les galeries de la mine de cuivre, on voit que toutes les pierres sont fendillées, et laissent découler de l'eau chargée de matière cuivreuse, et les fentes sont remplies de minéral de cuivre bleu, vert, et jaune, mêlé de terre blanche calcaire. Ce minéral formé par stillation est toujours composé de lames très minces et parallèlement appliquées les unes contre les autres..... La matière calcaire s'y trouve toujours mêlée avec le minéral de cuivre, de quelque couleur qu'il soit..... Il se forme souvent en petits cristaux dans les cavités du minéral même, et ces cristaux sont verts, bleus, ou blancs..... Le minéral commence par être fluide et dissous, ou au moins en état de mucilage qui a coulé très lentement, et que les eaux pluviales dissolvent de nouveau et entraînent dans les fentes ou cavités où elles tombent goutte à goutte et forment la stalactite..... La mine bleue ne se mêle point avec le reste, et elles sont d'une nature très distincte ; car je trouvai que le bleu de cette mine contient un peu d'arsenic, d'argent, et de cuivre ; et le produit de sa fonte est une sorte de métal de cloche. La mine verte ne contient pas le moindre atome d'arsenic, et le cuivre se minéralise avec la terre blanche susdite, sans qu'il y ait la moindre partie de fer. Cette mine de la Platilla étant une mine de charriage ou d'alluvion, elle ne peut être bien profonde. » (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, pages 141 et suivantes.) Je dois observer que cette mine décrite par M. Bowles est non seulement d'alluvion, comme il le dit, et comme le démontre le mélange de cuivre avec la matière calcaire, mais qu'elle est encore de stillation, c'est-à-dire d'un temps postérieur à celui des alluvions, puisqu'elle se forme encore aujourd'hui par le suintement de ces matières dans les fentes des pierres quartzeuses où se trouve

qui paroissent être de troisième formation, sont également négligées : cependant, indépendamment de ces mines de Molina en Aragon, il y a d'autres mines de cuivre à six lieues de Madrid, et d'autres dans la montagne de Guadaloupe, dans lesquelles on fait aujourd'hui quelques travaux. Celles-ci, dit M. Bowles, sont dans une ardoise jaspée de bleu et de vert.

En Angleterre, dans la province de Cornouailles, fameuse par ses mines d'étain, on trouve des mines de cuivre en filons, dont quelques uns sont très voisins des filons d'étain, et quelquefois même sont mêlés de ces deux métaux. Comme la plupart de ces mines sont dans un état pyriteux, elles sont de seconde formation; quelques unes néanmoins sont exemptes de pyrites, et paroissent tenir de près à celles de première formation. M. Jars les a décrites avec son exactitude ordinaire.

En Italie, dans le Vicentin, « on fabrique annuellement, dit M. Ferber, beaucoup de cuivre, de soufre, et de vitriol. La lessive vitriolique est très riche en cuivre, que l'on en tire par cémentation et en y mettant des lames de fer. » Ces mines sont, comme l'on voit, de la dernière formation. On trouve aussi de pareilles mines de cuivre en Suisse, dans le pays des Grisons et dans le canton de Berne, à six lieues de Romain-Mottier.

En Allemagne, dit Schlutter, on compte douze sortes de mines de cuivre, dont cependant aucune n'est aussi riche en métal que les mines de plomb,

ce minéral cuivreux, qui se réunit aussi en stalactites dans les cavités de la roche.

d'étain et de fer, de ces mêmes contrées. Comme la plupart de ces mines de cuivre contiennent beaucoup de pyrites, il faut les griller avec soin ; sans cela le cuivre ne se réduit point, et l'on n'obtient que de la matte. Le grillage est ordinairement de sept à huit heures, et il est à propos de laisser refroidir cette mine grillée, de la broyer et griller de nouveau trois ou quatre fois de suite, en la broyant à chaque fois : ces feux interrompus la dessoufrent beaucoup mieux qu'un feu continué. Les mines riches, telles que celles d'azur et celles que les ouvriers appellent *mines pourries* ou *éventées*, n'ont pas besoin d'être grillées autant de fois ni si long-temps : cependant toutes les mines de cuivre, pauvres ou riches, doivent subir le grillage ; car, après cette opération, elles donnent un produit plus prompt et plus certain ; et souvent encore le métal pur est difficile à extraire de la plupart de ces mines grillées. En général, les pratiques pour le traitement des mines doivent être relatives à leur qualité plus ou moins riche, et à leur nature plus ou moins fusible. La plupart sont si pyriteuses, qu'elles ne rendent que très difficilement leur métal après un très grand nombre de feux. Les plus rebelles de toutes sont les mines qui, comme celles de Rammelsberg et du haut Hartz, sont non seulement mêlées de pyrites, mais de beaucoup de mines de fer. Il s'est passé bien du temps avant qu'on ait trouvé les moyens de tirer le cuivre de ces mines pyriteuses et ferrugineuses.

Les anciens, comme nous l'avons dit, n'ont d'abord employé que le cuivre de première formation, qui se réduit en métal dès la première fonte, et ensuite ils ont

fait usage du cuivre de dernière formation, qu'on se procure aisément par la cémentation ; mais les mines de cuivre en pyrites, qui sont presque les seules qui nous restent, n'ont été travaillées avec succès que dans ces derniers temps, c'est-à-dire beaucoup plus tard que les mines de fer, qui, quoique difficiles à réduire en métal, le sont cependant beaucoup moins que ces mines pyriteuses de cuivre.

Dans le bas Hartz les mines de cuivre contiennent du plomb et beaucoup de pyrites ; il leur faut trois feux de grillage, et autant à la matte qui en provient : on fond ensuite cette matte, qui, malgré les trois feux qu'elle a subis, ne se convertit pas tout entière en métal ; car dans la fonte il se trouve encore de la matte, qu'on est obligé de séparer du métal, et de faire griller de nouveau pour la refondre.

Dans le haut Hartz la plupart des mines de cuivre sont aussi pyriteuses, et il faut de même les griller d'autant plus fort et plus de fois qu'elles le sont davantage. Aux environs de Clausthal, il y en a de bonnes, de médiocres, et de mauvaises ; ces dernières ne sont pour ainsi dire que des pyrites : on mêle ces mines ensemble pour les faire griller une première fois à un feu qui dure trois ou quatre semaines ; après quoi on leur donne un second feu de grillage avant de les fondre, et l'on n'obtient encore que de la matte crue, qu'on soumet à cinq ou six feux successifs de grillage, selon que cette matte est plus ou moins sulfureuse. On fond de nouveau cette matte grillée, et enfin on parvient à obtenir du cuivre noir en assez petite quantité ; car cent quintaux de cette matte grillée ne donnent que huit à dix quintaux de cuivre

noir, et quarante ou cinquante quintaux de matière moyenne entre la matte brune et le cuivvre noir : on fait griller de nouveau cinq ou six fois cette *matte moyenne* avant de la jeter au fourneau de fusion ; elle rend à peu près la moitié de son poids en cuivre noir, et entre un tiers et un quart de matière qu'on appelle *matte simple*, que l'on fait encore griller de nouveau sept à huit fois avant de la fondre, et cette matte simple ne se convertit qu'alors en cuivre noir.

Les mines de cuivre qui sont plus riches et moins pyriteuses rendent dès la première fonte leur cuivre noir, mêlé d'une matte qu'on n'est obligé de griller qu'une seule fois pour obtenir également le cuivre noir pur. Les mines feuilletées ou *en ardoise* du comté de Mansfeld, quoique très peu pyriteuses en apparence, ne donnent souvent que de la matte à la première fonte, et ne produisent à la seule qu'une livre ou deux de cuivre noir par quintal. Celles de Riegelsdorf, qui sont également en ardoise, ne donnent que deux à trois livres de cuivre par quintal : mais comme il suffit de les griller une seconde fois pour en obtenir le cuivre noir, on ne laisse pas de trouver du bénéfice à les fondre, quoiqu'elles rendent si peu, parce qu'une seule fonte suffit aussi pour réduire le cuivre noir en bon métal.

On trouve dans la mine de *Meydenbek* du cuivre en métal, mêlé avec des pyrites cuivreuses noires et vertes. Cette mine paroît donc être de première formation ; seulement une partie du cuivre primitif a été décomposée dans la mine même par l'action des éléments humides : mais, malgré cette altération, ces minerais sont peu dénaturés, et ils peuvent se fondre

seuls; on mêle les minerais noir et vert avec le cuivre natif, et ce mélange rend son métal dès la première fonte, et même assez pur pour qu'on ne soit pas obligé de le raffiner.

En Hongrie il se trouve des mines de cuivre de toutes les nuances et qualités. Celle de *Hornground* est d'une grande étendue : elle est en larges filons, et si riche, qu'elle donne quelquefois jusqu'à cinquante et soixante livres de cuivre par quintal. Elle est composée de deux sortes de minerais : l'un jaune, qui ne contient que du cuivre; l'autre noir, qui contient du cuivre et de l'argent. Ces mines, quoique si riches, sont néanmoins très pyriteuses, et il faut leur faire subir douze ou quatorze fois l'action du feu avant de les réduire en métal. On tire avec beaucoup moins de frais le cuivre des eaux cuivreuses qui découlent de cette mine, au moyen des lames de fer qu'on y plonge, et auxquelles il s'unit par cémentation. En général, c'est dans les montagnes de schiste ou d'ardoise que se trouvent en Hongrie les plus nobles veines de cuivre.

« Il y a en Pologne, dit M. Guettard, sur les confins de la Hongrie et du comté de Speis, une mine de cuivre tenant or et argent... Cette mine est d'un jaune doré, avec des taches couleur de gorge de pigeon, et elle est mêlée de quartz. Il y en a une autre dans les terres du staroste de Bulkow.... J'en ai vu un morceau qui étoit un quartz de gris clair, parsemé de points cuivreux ou de pyrites cuivreuses d'un jaune doré. »

En Suède les mines de cuivre sont non seulement très nombreuses, mais aussi très abondantes et très

riches; la plus fameuse est celle du cap Ferberg : on en prendroit d'abord le minerai pour une pyrite cuivreuse, et cependant il n'est que peu sulfureux, et il est mêlé d'une pierre vitreuse et fusible; il rend son cuivre dès la première fonte. Il y a plusieurs autres mines qui ne sont pas si pures, et qui néanmoins peuvent se fondre après avoir été grillées une seule fois; il n'est pas même nécessaire d'y ajouter d'autres matières pour en faciliter la fusion : il ne faut que quelques scories vitreuses pour leur faire un bain et les empêcher de se calciner à la fonte.

En Danemarck et en Norwége, selon Pontoppidan, il y a des mines de cuivre de toute espèce : celle de Roraas est la plus renommée; trois fourneaux qui y sont établis ont rendu en onze années quarante mille neuf cent quarante-quatre quintaux de cuivre. M. Jars dit « que cette mine de Roraas ou de Reuras est une mine immense de pyrites cuivreuses, si près de la surface de la terre, que l'on a pu facilement y pratiquer des ouvertures assez grandes pour y faire entrer et sortir des voitures qui en transportent au dehors les minerais, et que cette mine produit annuellement douze mille quintaux et plus de cuivre. »

On trouve aussi des indices de mine de cuivre en Laponie, à soixante lieues de Tornéa, et en Groenland : l'on a vu du vert-de-gris et des paillettes cuivreuses dans des pierres; ce qui démontre assez qu'il s'y trouve aussi des mines de ce métal.

En Irlande, il y a de même des mines de cuivre, les unes à sept milles de distance de la ville de Wicklow, d'autres dans la montagne de Crown-Bawn, qui sont en exploitation, et dont les fosses ont depuis

quarante, cinquante, et jusqu'à soixante toises de profondeur. Le relateur observe « que les ouvriers ayant laissé une pelle de fer dans une de ces mines de cuivre où il coule de l'eau, cette pelle se trouva quelque temps après tout incrustée de cuivre, et que c'est d'après ce fait que les habitants ont pris l'idée de tirer ainsi le cuivre de ces eaux en y plongeant des barres de fer. » Il ajoute « que non seulement le cuivre incruste le fer, mais que cette eau cuivreuse le pénètre et semble le convertir en cuivre ; que le tout tombe en poudre au fond du réservoir où l'on contient cette eau cuivreuse ; que les barres de fer contractent d'abord une espèce de rouille qui, par degrés, consomme entièrement le fer ; que le cuivre qui est dans l'eau étant ainsi continuellement attiré et fixé par le fer, il se précipite au fond en forme de sédiment ; qu'il faut pour cela du fer doux, et que l'acier n'est pas propre à cet effet ; qu'enfin ce sédiment cuivreux est en poudre rougeâtre. » Nous observerons que c'est non seulement dans ces mines d'Irlande, mais dans plusieurs autres, comme dans celles de Suède, du Hartz, etc., que l'on trouve, de temps en temps, et en certains endroits abandonnés depuis long-temps, des fers incrustés de cuivre, et des bois dans lesquels ce métal s'est insinué en forme de végétation, qui pénètre entre les fibres du bois et remplit les intervalles ; mais ce n'est point une pénétration intime du cuivre dans le fer, comme le dit le relateur, et encore moins une conversion de ce métal en cuivre.

Après cette énumération des mines de cuivre de l'Europe, il nous reste à faire mention de celles des autres parties du monde ; et en commençant par l'A-

sie, il s'en trouve d'abord dans les îles de l'Archipel : celle de *Chalcitis*, aujourd'hui *Chalcé*, avoit même tiré son nom du cuivre qui s'y trouvoit ; l'île d'Eubée en fournissoit aussi : mais la plus riche de toutes en cuivre est celle de Chypre ; les anciens l'ont célébrée sous le nom d'*Ærosa*, et ils en tiroient une grande quantité de cuivre et de zinc.

Dans le continent de l'Asie, on a reconnu et travaillé des mines de cuivre. En Perse, « le cuivre, dit Chardin, se tire principalement à Sari, dans les montagnes de Maizenderan ; il y en a aussi à Bactriam et vers Casbin. Tous ces cuivres sont aigres, et, pour les adoucir, les Persans les allient avec du cuivre de Suède et du Japon, en en mettant une partie sur vingt du leur. »

MM. Gmelin et Muller ont reconnu et observé plusieurs mines de cuivre en Sibérie ; ils ont remarqué que toutes ces mines, ainsi que celles des autres métaux, sont presque à la surface de la terre. Les plus riches en cuivre sont dans les plus hautes montagnes près de la rive occidentale du Jénisea ; on y voit le cuivre à la surface de la terre en mines rougeâtres ou vertes, qui toutes produisent quarante-huit à cinquante livres de cuivre par quintal. Ces mines situées au haut des montagnes sont sans doute de première formation ; la mine verte a seulement été un peu altérée par les éléments humides. De toutes les autres mines de cuivre dont ces voyageurs font mention, la moins riche est celle de *Pichtama-Gora*, qui cependant donne douze pour cent de bon cuivre. Il y a cinq de ces mines en exploitation ; et l'on voit dans plusieurs autres endroits de cette même contrée les ves-

tiges d'anciens travaux, qui démontrent que toutes ces montagnes contiennent de bonnes mines. Celles des autres parties de la Sibérie sont plus pauvres ; la plupart ne donnent que deux, trois, ou quatre livres de cuivre par quintal. On trouve sur la croupe et au pied de plusieurs montagnes différentes mines de cuivre de seconde et de troisième formation ; il y en a dans les environs de Casan qui ont formé des stalactites cuivreuses et des malachites très belles et aisées à polir : on peut même dire que c'est dans cette contrée du nord de l'Asie que les malachites se trouvent le plus communément, quoiqu'il y en ait aussi en quelques endroits de l'Europe, et particulièrement en Saxe, dans plusieurs mines de cuivre de troisième formation. Ces concrétions cuivreuses ou malachites se présentent sous différentes formes : il y en a de fibreuses ou formées en rayons, comme si elles étoient cristallisées, et par là elles ressemblent à la zéolithe ; il y en a d'autres qui paroissent formées par couches successives, mais qui ne diffèrent des premières que par leur apparence extérieure. Nous en donnerons des notions plus précises lorsque nous traiterons des stalactites métalliques.

Les mines de Souxon en Sibérie sont fort considérables, et s'étendent à plus de trente lieues ; elles sont situées dans des collines qui ont environ cent toises de hauteur, et paroissent en suivre la pente : toutes ne donnent guère que quatre livres de cuivre par quintal. Ces mines de Souxon sont de troisième et dernière formation ; car on les trouve dans le sable, et même dans des bois fossiles qui sont tachés de bleu et de vert, et dans l'intérieur desquels la mine

de cuivre a formé des cristaux. Il en est de même des mines de cuivre des monts Riphées; on ne les exploite qu'au pied des montagnes, où le minerai de cuivre se trouve avec des matières calcaires, et suit, comme celles de Souxon, la pente des montagnes jusqu'à la rivière.

A Kamtschatka, où de temps immémorial les habitants étoient aussi sauvages que ceux de l'Amérique septentrionale, il se trouve encore du cuivre natif en masses et en débris; et une des îles voisines de celle de Béering, où ce métal se trouve en morceaux sur le rivage, en a pris le nom d'*île de cuivre*.

La Chine est peut-être encore plus riche que la Sibérie en bonnes mines de cuivre; c'est surtout dans la province d'Yu-Nan qu'il s'en trouve en plus grande quantité : et il paroît que, quoiqu'on ait très anciennement fouillé ces mines, elles ne sont pas épuisées; car on en tire encore une immense quantité de métal. Les Chinois distinguent trois espèces de cuivre qu'ils prétendent se trouver naturellement dans leurs différentes mines : 1° le cuivre rouge ou cuivre commun, et qui est du cuivre de première formation ou de cémentation; 2° le cuivre blanc, qu'ils assurent avoir toute sa blancheur au sortir de la mine, et qu'on a peine à distinguer de l'argent lorsqu'il est employé; ce cuivre blanc est aigre, et n'est vraisemblablement qu'un mélange de cuivre et d'arsenic; 3° le *tombac*, qui ne paroît être, au premier coup d'œil, qu'une simple mine de cuivre, mais qui est mêlé d'une assez grande quantité d'or[1]. Il se trouve une de ces mines

1. L'*aurichalcum* de Pline paroît être une espèce de tombac, qu'il désigne comme un cuivre naturel, d'une qualité particulière et plus

de tombac fort abondante dans la province de Hu-Quang. On fait de très beaux ouvrages avec ce tombac, et en général on ne consomme nulle part plus de cuivre qu'à la Chine, pour les canons, les cloches, les instruments, les monnoies, etc. Cependant le cuivre est encore plus commun au Japon qu'à la Chine : les mines les plus riches et qui donnent le métal le plus fin et le plus ductile sont dans la province de Kijnok et de Surunga, et cette dernière doit être regardée comme une mine de tombac; car elle tient une bonne quantité d'or. Les Japonois tirent de leurs mines une si grande quantité de cuivre, que les Européens, et particulièrement les Hollandois, en achètent pour le transporter et en faire commerce; mais autant le cuivre rouge est commun dans ces îles du Japon, autant le cuivre jaune ou laiton y est rare, parce qu'on n'y trouve point de mine de zinc, et qu'on est obligé de tirer du Tunquin ou d'encore plus loin la calamine ou le zinc nécessaire à cet alliage.

Enfin, pour achever l'énumération des principales mines de cuivre de l'Asie, nous indiquerons celles de l'île Formose, qui sont si abondantes, au rapport des voyageurs, qu'une seule de ces mines pourroit suffire à tous les besoins et usages de ces insulaires. La plus riche est celle de Peorko; le minéral est du cuivre rouge, et paroît être de première formation.

Nous ne ferons que citer celles de Macassar dans

excellente que le cuivre commun, mais dont les veines étoient déjà depuis long-temps épuisées : « In Cypro prima æris inventio ; mox » vilitas, reperto in aliis terris præstantiore, maxime aurichalco, quod » præcipuam bonitatem admirationemque diu obtinuit : nec reperitur » longo jam tempore, effœta tellure. » (Lib. XXXIV, cap. 11.)

les îles Célébes, celles de l'île de Timor, et enfin celles de Bornéo, dont quelques unes sont mêlées d'or et donnent du tombac, comme celles de la province de Surunga au Japon, et de Hu-Quang à la Chine.

En Afrique, il y a beaucoup de cuivre, et même du cuivre primitif. Marmol parle d'une mine riche qui étoit, il y a près de deux siècles, en pleine exploitation dans la province de Suz au royaume de Maroc, et il dit qu'on en tiroit beaucoup de cuivre et de laiton qu'on transportoit en Europe; il fait aussi mention des mines du mont Atlas dans la province de Sahara, où l'on fabriquoit des vases de cuivre et de laiton. Ces mines de la Barbarie et du royaume de Maroc fournissent encore aujourd'hui une très grande quantité de ce métal, que les Africains ne se donnent pas la peine de raffiner, et qu'ils nous vendent en cuivre brut. Les montagnes des îles du cap Vert contiennent aussi des mines de cuivre; car il en découle plusieurs sources dont les eaux sont chargées d'une grande quantité de parties cuivreuses qu'il est aisé de fixer et de recueillir par la cémentation. Dans la province de Bambouc, si abondante en or, on trouve aussi beaucoup de cuivre, et particulièrement dans les montagnes de Radschinkadbar, qui sont d'une prodigieuse hauteur. Il y a aussi des mines de cuivre dans plusieurs endroits du Congo et à Benguela; l'une des plus riches de ces contrées est celle de la *baie des Vaches*, dont le cuivre est très fin : on trouve de même des mines de ce métal en Guinée, au pays des Insijesses, et enfin dans les terres des Hottentots. Kolbe fait mention d'une mine de cuivre qui n'est qu'à une lieue de distance du cap, dans une très haute montagne, dont il dit que

le minéral est pur et très abondant. Cette mine, située dans une si haute montagne, est sans doute de première formation comme celle de Bambouc, et comme la plupart des autres mines de cuivre de l'Afrique; car quoique les Maures, les Nègres, et surtout les Abyssins, aient eu de temps immémorial des instruments de ce métal, leur art ne s'étend guère qu'à fondre le cuivre natif ou celui de troisième formation, et ils n'ont pas tenté de tirer ce métal des mines pyriteuses de seconde formation, qui exigent de grands travaux pour être réduites en métal.

Mais c'est surtout dans le continent du Nouveau-Monde, et particulièrement dans les contrées de tout temps inhabitées, que se trouvent en grand nombre les mines de cuivre de première formation. Nous avons déjà cité quelques lieux de l'Amérique septentrionale où l'on a rencontré de gros blocs de cuivre natif et presque pur : on en trouvera beaucoup plus à mesure que les hommes peupleront ces déserts; car, depuis que les Espagnols se sont habitués au Pérou et au Chili, on en a tiré une immense quantité de cuivre : partout on a commencé par les mines de première formation, qui sont les plus aisées à fondre. Frézier, témoin judicieux, rapporte « que dans une montagne qui est à douze lieues de Pampas du Paraguay, et à cent lieues de la Conception, l'on a découvert des mines de cuivre si singulières, qu'on en a vu des blocs ou pépites de plus de cent quintaux; que ce cuivre est si pur, que d'un seul morceau de quarante quintaux on a fait six canons de campagne de six livres de balle chacun, pendant qu'il étoit à la Conception; qu'au reste il y a dans cette même montagne du

cuivre pur et du cuivre imparfait, et en pierres mêlées de cuivre. »

C'est aux environs de Coquimbo que les mines de cuivre sont en plus grand nombre, et elles sont en même temps si abondantes, qu'une seule, quoique travaillée depuis long-temps, fournit encore aujourd'hui tout le cuivre qui se consomme à la côte du Chili et du Pérou. Il y a aussi plusieurs autres mines de cuivre à Carabaïa et dans le corrégiment de Copiapo. Ces mines de cuivre du Pérou sont presque toujours mêlées d'argent, en sorte que souvent on leur donne le nom de *mines d'argent;* et l'on a observé qu'en général toutes les mines d'argent du Pérou sont mêlées de cuivre, et que toutes celles de cuivre le sont d'argent. Mais ces mines de cuivre du Pérou sont en assez petit nombre, et beaucoup moins riches que celles du Chili; car M. Bowles les compare à celles qu'on travaille actuellement en Espagne. Dans le Mexique, au canton de Kolima, il se trouve des mines de deux sortes de cuivre : l'une si molle et si ductile, que les habitants en font de très beaux vases; l'autre si dure, qu'ils l'emploient au lieu de fer pour les instruments d'agriculture. Enfin l'on trouve des mines de cuivre à Saint-Domingue, et du cuivre en métal et de première formation au Canada et dans les parties plus septentrionales de l'Amérique, comme chez les Michillimakinacs, et aux environs de la rivière Danoise, à la baie d'Hudson. Il y a d'autres mines de cuivre de seconde formation aux Illinois et aux Sioux; et quoique les voyageurs ne disent pas qu'il se trouve en Amérique des mines de tombac comme en Asie et en Afrique. cependant les habitants de l'Amérique

méridionale ont des anneaux, des bracelets et d'autres ornements d'une matière métallique qu'ils nomment *caracoli*, et que les voyageurs ont regardée comme un mélange de cuivre, d'argent et d'or, produit par la nature. Il est vrai que ce *caracoli* ne se rouille ni ne se ternit jamais; mais il est aigre, grenu, et cassant : on est obligé de le mêler avec de l'or pour le rendre plus doux et plus traitable. Il est donc entré de l'arsenic ou de l'étain dans cet alliage; et si le *caracoli* n'est pas de la platine, ce ne peut être que du tombac altéré par quelque minéral, d'autant que le relateur ajoute « que les Européens ont voulu imiter ce métal en mêlant six parties d'argent, trois de cuivre, et une d'or; mais que cet alliage n'approche pas encore de la beauté du *caracoli* des Indiens, qui paroît comme de l'argent surdoré légèrement avec quelque chose d'éclatant, comme s'il étoit un peu enflammé. » Cette couleur rouge et brillante n'est point du tout celle de la platine; et c'est ce qui me fait présumer que ce *caracoli* des Américains est une sorte de tombac, un mélange d'or, d'argent et de cuivre, dont la couleur s'est peut-être exaltée par l'arsenic.

Les régions d'où l'on tire actuellement la plus grande quantité de cuivre sont le Chili, le Mexique et le Canada en Amérique, le royaume de Maroc et les autres provinces de Barbarie en Afrique, le Japon et la Chine en Asie, et la Suède en Europe. Partout on doit employer, pour extraire ce métal, des moyens différents, suivant la différence des mines : celles du cuivre primitif ou de première formation par le feu, ou celles de décomposition par l'eau, et qui toutes

sont dans l'état métallique, n'ont besoin que d'être fondues une seule fois pour être réduites en très bon métal; elles donnent par conséquent un grand produit à peu de frais. Après les mines primordiales, qui coûtent le moins à traiter, on doit donc s'attacher à celles où le cuivre se trouve très atténué, très divisé, et où néanmoins il conserve son état métallique : telles sont les eaux chargées de parties cuivreuses, qui découlent de la plupart de ces mines. Le cuivre charrié par l'eau y est dissous par l'acide vitriolique; et cet acide s'attachant au fer qu'on plonge dans cette eau, et le détruisant peu à peu, quitte en même temps le cuivre, et le laisse à la place du fer. On peut donc facilement tirer le cuivre de ces eaux qui en sont chargées, en y plongeant des lames de fer, sur lesquelles il s'attache en atomes métalliques, qui forment bientôt des incrustations massives. Ce cuivre de cémentation donne, dès la première fonte, un métal aussi pur que celui du cuivre primitif. Ainsi l'on peut assurer que de toutes les mines de cuivre, celles de première et celles de dernière formation sont les plus aisées à traiter et aux moindres frais.

Lorsqu'il se trouve dans le courant de ces eaux cuivreuses des matières ferrugineuses aimantées ou attirables à l'aimant, et qui par conséquent sont dans l'état métallique ou presque métallique, il se forme à la surface de ces masses ferrugineuses une couche plus ou moins épaisse de cuivre. Cette cémentation faite par la nature donne un produit semblable à celui de la cémentation artificielle; c'est du cuivre presque pur, et que nos minéralogistes ont aussi appelé *cuivre natif*, quoique ce nom ne doive s'appliquer

qu'au cuivre de première formation produit par le feu primitif. Au reste, comme il n'existe dans le sein de la terre que très peu de fer en état métallique, ce cuivre produit par cette cémentation naturelle n'est aussi qu'en petite quantité, et ne doit pas être compté au nombre des mines de ce métal.

Après la recherche des mines primitives de cuivre et des eaux cuivreuses qui méritent préférence par la facilité d'en tirer le métal, on doit s'attacher aux mines de troisième formation, dans lesquelles le cuivre décomposé par les éléments humides est plus ou moins séparé des parties pyriteuses, c'est-à-dire du soufre et du fer, dont il est surchargé dans tous ses minerais de seconde formation. Les mines de cuirve vitreuses et soyeuses, celles d'azur et de malachites, celles de bleu et de vert de montagne, etc., sont toutes de cette troisième formation; elles ont perdu la forme pyriteuse, et en même temps une partie du soufre et du fer qui est la base de toute pyrite. La nature a fait ici, par la voie humide et à l'aide du temps, cette séparation que nous ne faisons que par le moyen du feu; et comme la plupart de ces mines de troisième formation ne contiennent qu'en petite quantité des parties pyriteuses, c'est-à-dire des principes du soufre, elles ne demandent aussi qu'un ou deux feux de grillage et se réduisent ensuite en métal dès la première fonte.

Enfin les plus rebelles de toutes les mines de cuivre, les plus difficiles à extraire, les plus dispendieuses à traiter, sont les mines de seconde formation, dans lesquelles le minerai est toujours dans un état plus

ou moins pyriteux; toutes contiennent une certaine quantité de fer; et plus elles en contiennent, plus elles sont réfractaires; et malheureusement ces mines sont dans notre climat les plus communes, les plus étendues, et souvent les seules qui se présentent à nos recherches : il faut, comme nous l'avons dit, plusieurs torréfactions avant de les jeter au fourneau de fusion, et souvent encore plusieurs autres feux pour en griller les mattes avant que, par la fonte, elles se réduisent en cuivre noir, qu'il faut encore traiter au feu pour achever d'en faire du cuivre rouge. Dans ces travaux il se fait une immense consommation de matières combustibles; les soins multipliés, les dépenses excessives, ont souvent fait abandonner ces mines : ce n'est que dans les endroits où les combustibles, bois ou charbon de terre, abondent, ou bien dans ceux ou le minerai de cuivre est mêlé d'or ou d'argent, qu'on peut exploiter ces mines pyriteuses avec profit; et comme l'on cherche, avec raison, tous les moyens qui peuvent diminuer la dépense, on a tenté de réunir les pratiques de la cémentation et de la lessive à celle de la torréfaction.

Nous ne donnerons point ici le détail des opérations du raffinage de ce métal, ce seroit trop s'éloigner de notre objet, et nous nous contenterons seulement d'observer que le déchet au raffinage est d'autant moindre que la quantité qu'on raffine à la fois est plus grande; et cela par une raison générale et très simple; c'est qu'un grand volume offrant à proportion moins de surface qu'un petit, l'action destructive de l'air et du feu qui porte immédiatement

sur la surface du métal emporte, calcine, ou brûle moins de parties de la masse en grand qu'en petit volume. Au reste, nous n'avons point encore en France d'assez grands fourneaux de fonderie pour raffiner le cuivre avec profit. Les Anglois ont non seulement établi plusieurs de ces fourneaux [1], mais ils ont en même temps construit des machines pour laminer le cuivre afin d'en revêtir leurs navires. Au moyen de ces grands fourneaux de raffinage, ils tirent bon parti des cuivres bruts qu'ils achètent au Chili, au Mexique, en Barbarie, et à Mogador : ils en font un commerce très avantageux ; car c'est d'Angleterre que nous tirons nous-mêmes la plus grande partie des cuivres dont on se sert en France et dans nos colonies. Nous éviterons donc cette perte, nous gagnerons même beaucoup, si l'on continue de protéger l'établissement que M. de Limare [1], l'un de nos plus habiles

1. On raffine aujourd'hui le cuivre dans de grands fourneaux de réverbère, à l'aide du vent d'un soufflet qu'une roue hydraulique fait mouvoir : on n'y emploie que du charbon de terre naturel. Chaque raffinage est de quatre-vingts quintaux et dure quinze à seize heures. On fait ordinairement trois raffinages de suite dans le même fourneau par semaine ; on le laisse refroidir et on le répare pour la semaine suivante. Quand les opérations sont considérables, il faut avoir trois de ces fourneaux, dont un est toujours en réparation lorsque les autres sont en feu. En se bornant à mille quintaux de fabrication par mois, il suffit d'un de ces fourneaux à réverbère. (*Mémoire sur l'établissement d'une fonderie et d'un laminoir de cuivre, communiqué à M. de Buffon par M. de Limare.*)

2. Les ordres du ministre pour doubler les vaisseaux en cuivre, dit M. de Limare, font prendre le parti d'établir des fourneaux de fonderie et des laminoirs à Nantes, où l'on feroit amener de Cadix les cuivres bruts du Chili et de toute l'Amérique, ainsi que ceux de Mogador et de la Barbarie ; on pourroit même tirer ceux du Levant qui

métallurgistes, vient d'entreprendre sous les auspices du gouvernement.

viennent à Marseille : car Nantes est le port du royaume qui expédie et qui reçoit le plus de navires de Cadix, de la Russie, et de l'Amérique septentrionale ; il est aussi le plus à portée des mines de charbon de terre et des débouchés d'Orléans et de Paris, ainsi que des arsenaux de Rochefort, de Lorient, et de Brest.

La consommation du cuivre ne peut qu'accroître avant le temps par la quantité de nitrières qu'on établit dans le royaume ; par le doublage des navires que l'on commence à faire en cuivre, etc. ; par les expéditions que l'on pourra faire dans l'Inde, de planches de cuivre coulé ; par la fourniture des arsenaux d'Espagne pour le doublement de leurs vaisseaux, en paiement de laquelle on prendroit des cuivres bruts du Mexique, dont le roi d'Espagne s'est réservé la possession, et qui ne perdent que six à sept pour cent dans l'opération du raffinage.....

Les cuivres bruts de Barbarie ne coûteront pas davantage, soit qu'on les tire directement de Mogador et de Larache par les navires hollandois, soit que l'on prenne la voie de Cadix par les vaisseaux mêmes de Nantes, qui font souvent le cabotage en attendant leur chargement en retour pour la France. D'ailleurs ces cuivres de Barbarie ne donnent que cinq à six pour cent de déchet au raffinage.

On pourra aussi se procurer des cuivres bruts de la Russie, de la Hongrie, et surtout de l'Amérique septentrionale, qui a fourni jusqu'à ce jour la majeure partie des raffineries angloises. (*Mémoire communiqué par M. de Limare à M. de Buffon en novembre* 1780.)

FIN DU SEPTIÈME VOLUME.

TABLE

DES ARTICLES

CONTENUS

DANS LE SEPTIÈME VOLUME.

SUITE DE L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

FIN DE LA TABLE.

